



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

CERTIFICAÇÃO ISO 22000: VALIDAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO EM
PRODUÇÃO DE PASTELARIA SALGADA

RITA MARTINS PONTES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Fernando Manuel D'Almeida Bernardo
Doutor António Salvador Ferreira Henriques Barreto
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira
Eng.^a Isabel Domingues Lourenço

ORIENTADORA

Eng.^a Isabel Domingues Lourenço

CO-ORIENTADORA

Doutora Marília Catarina Leal Fazeres
Ferreira

2010
LISBOA



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

CERTIFICAÇÃO ISO 22000: VALIDAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO EM
PRODUÇÃO DE PASTELARIA SALGADA

RITA MARTINS PONTES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Fernando Manuel D'Almeida Bernardo

Doutor António Salvador Ferreira Henriques Barreto

Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira

Eng.^a Isabel Domingues Lourenço

ORIENTADORA

Eng.^a Isabel Domingues Lourenço

CO-ORIENTADORA

Doutora Marília Catarina Leal Fazeres
Ferreira

2010
LISBOA

Agradecimentos

À minha orientadora, Eng.^a Isabel Lourenço,

À minha co-orientadora, Prof. Dr.^a Marília Ferreira,

À Eng.^a Gilda Costa,

Ao restante pessoal técnico e administrativo da Alicontrol,

Ao Eng.^o Jorge,

Aos meus pais, às minhas avós, ao Fernando, e aos meus amigos,

A todos os meus mais sinceros agradecimentos, pela infindável paciência, pelo apoio incondicional, e por acreditarem em mim por vezes mais do que eu própria. Muito obrigado por tudo.

CERTIFICAÇÃO ISO 22000: VALIDAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLO EM PRODUÇÃO DE PASTELARIA SALGADA

Resumo

A validação das medidas de controlo é um passo indispensável no desenvolvimento de um sistema de gestão da segurança dos alimentos, uma vez que é através do processo de validação que se demonstra que as medidas de controlo seleccionadas são efectivamente capazes de atingir o nível pretendido de controlo dos perigos.

De entre os vários microrganismos que podem estar presentes nas diferentes matérias-primas utilizadas no fabrico de produtos de pastelaria salgada, aqueles que mais frequentemente causam doenças com origem alimentar nos países industrializados são *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, e *Campylobacter* spp. De um modo geral, as formas vegetativas dos microrganismos potencialmente patogénicos considerados são rapidamente destruídas a temperaturas de pasteurização. Por outro lado, os esporos e a maioria das toxinas bacterianas são mais resistentes aos tratamentos térmicos, necessitando de temperaturas superiores a 100 °C para serem destruídos.

Os produtos abrangidos pelo presente trabalho incluem rissóis e croquetes de carne, rissóis de camarão e vegetais, empadas de galinha e pastéis de bacalhau. Durante o processo de fabrico, os recheios destes produtos sofrem tratamentos térmicos que podem ser equiparados a uma pasteurização, atingindo em regra temperaturas superiores a 70 °C durante pelo menos dois minutos. O tempo de permanência dos recheios na sala de produção é também controlado, não podendo ultrapassar as duas horas. Garante-se, assim, que a temperatura do recheio não permanece dentro do intervalo crítico para o desenvolvimento microbiano (60 °C a 10 °C) durante tempo suficiente para permitir a germinação de esporos bacterianos que estejam presentes nos recheios. Ficou assim comprovado que o tratamento térmico aplicado e o arrefecimento controlado dos recheios são eficientes no controlo do desenvolvimento de microrganismos potencialmente patogénicos nos produtos em estudo.

Palavras-chave: validação; medidas de controlo; microrganismos potencialmente patogénicos; pastelaria salgada; pasteurização; arrefecimento.

ISO 22000 CERTIFICATION: VALIDATION OF CONTROL MEASURES IN SALTY PASTRY PRODUCTION

Abstract

The validation of control measures is an essential step in the development of a food safety management system, since it is through the validation process that one demonstrates that the selected control measures are actually capable of achieving the intended level of hazard control.

Amongst the microorganisms that can be found in the various raw materials used in salty pastry production, those most frequently associated with foodborne illness in industrialized countries include *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, and *Campylobacter* spp. Typically, the vegetative forms of the pathogenic microorganisms of concern are easily destroyed at pasteurization temperatures. On the other hand, spores and the majority of bacterial toxins are more resistant to thermal treatments, requiring temperatures above 100°C to be destroyed.

The products discussed in the present work comprise meat croquettes and pasties, shrimp and vegetable pasties, chicken pies and codfish cakes. Throughout the pasties production, the fillings undergo thermal treatments that can be compared to a pasteurization process, reaching temperatures above 70°C for at least two minutes. The time fillings remain in the production room is also monitored, and it has to be less than two hours. This assures that the filling's temperature does not remain in the critical zone for microbial multiplication (60°C to 10°C) long enough to allow bacterial spores to germinate and grow. Thus it has been demonstrated that the thermal processes and the monitored cooling of the fillings are capable of controlling the development of pathogenic microorganisms in the analysed products.

Key-words: validation; control measures; potentially pathogenic microorganisms; salty pastry; pasteurization; cooling.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO.....	1
1. Descrição das actividades de estágio.....	1
2. Nova percepção dos produtos alimentares	3
3. Objectivos	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
1. ISO – Organização Internacional de Normalização.....	5
1.1. O que são normas ISO?	5
1.2. ISO 22000:2005	6
2. Validação de medidas de controlo	8
2.1. Abordagens possíveis ao processo de validação	8
3. Medidas de controlo em produção de pastelaria salgada	11
3.1. Importância do controlo do binómio tempo/temperatura	12
3.2. Identificação e caracterização de perigos microbiológicos	12
III. ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DURANTE A CONFECÇÃO E ARREFECIMENTO DOS RECHEIOS De pastelaria salgada.....	21
1. Materiais e métodos.....	23
1.1. Descrição do processo normal de produção dos produtos em estudo	23
1.2. Metodologia da leitura de temperaturas durante a cozedura das matérias-primas....	25
1.3. Metodologia da leitura de temperaturas durante a confecção dos recheios.....	25
1.4. Metodologia da recolha de temperaturas durante o arrefecimento do recheio no carro normalizado e no produto	26
2. Resultados.....	27
2.1. Temperaturas registadas durante os processos de cozedura das matérias-primas	27
2.2. Temperaturas registadas durante a confecção dos recheios.....	39
2.3. Temperaturas registadas durante o arrefecimento do recheio de camarão	49
3. Discussão / Conclusão.....	55
3.1. Recheio de carne e croquetes	57
3.2. Recheio de galinha	59
3.3. Recheio de camarão.....	60
3.4. Pastéis de bacalhau	62
3.5. Recheio de vegetais	63
3.6. Arrefecimento dos recheios	65
4. Conclusões Finais.....	69
IV. Bibliografia.....	71
V. ANEXOS	77
Anexo 1 – Estatísticas relativas aos surtos reportados na União Europeia e em Portugal...	77
Anexo 2 – Tabelas de temperaturas registadas durante os processos de confecção e arrefecimento dos recheios	80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da carne para "Recheio de carne"	28
Gráfico 2. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da carne	28
Gráfico 3. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da carne para "Recheio de carne"	28
Gráfico 4. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da carne para "Croquetes"	30
Gráfico 5. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da carne	30
Gráfico 6. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da carne para "Croquetes"	30
Gráfico 7. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da galinha	32
Gráfico 8. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da galinha	32
Gráfico 9. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da galinha	32
Gráfico 10. Perfil de tempo/temperatura da cozedura do camarão	34
Gráfico 11. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura do camarão	34
Gráfico 12. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura do camarão	34
Gráfico 13. Perfil de tempo/temperatura da cozedura do bacalhau	36
Gráfico 14. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura do bacalhau	36
Gráfico 15. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura do bacalhau	36
Gráfico 16. Perfil de tempo/temperatura da cozedura dos vegetais	38
Gráfico 17. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura dos vegetais	38
Gráfico 18. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura dos vegetais	38
Gráfico 19. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de carne"	40
Gráfico 20. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do "Recheio de carne"	40
Gráfico 21. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do "Recheio de carne"	40
Gráfico 22. Perfil de tempo/temperatura da confecção da massa para "Croquetes"	42
Gráfico 23. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção da massa para "Croquetes"	42
Gráfico 24. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção da massa para "Croquetes"	42
Gráfico 25. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de galinha"	44
Gráfico 26. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do "Recheio de galinha"	44
Gráfico 27. Curva da média das temperaturas e respectivo intervalo de confiança para a confecção do "Recheio de galinha"	44
Gráfico 28. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de camarão"	46
Gráfico 29. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do "Recheio de camarão"	46

Gráfico 30. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do "Recheio de camarão"	46
Gráfico 31. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de vegetais"	48
Gráfico 32. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura na confecção do "Recheio de vegetais"	48
Gráfico 33. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do "Recheio de vegetais"	48
Gráfico 34. Perfil de tempo/temperatura do arrefecimento do recheio no carro normalizado.	50
Gráfico 35. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura do arrefecimento do recheio no carro normalizado	50
Gráfico 36. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para o arrefecimento do recheio no carro normalizado	50
Gráfico 37. Perfil de tempo/temperatura do arrefecimento do recheio no produto.....	52
Gráfico 38. Recta de regressão e linear e r do tempo e temperatura do arrefecimento do recheio no produto	52
Gráfico 39. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para o arrefecimento do recheio no produto	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da carne para "Recheio de carne"	29
Tabela 2. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da carne para "Croquetes"	31
Tabela 3. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da galinha	33
Tabela 4. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura do camarão	35
Tabela 5. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura do bacalhau.....	37
Tabela 6. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura dos vegetais	39
Tabela 7. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do "Recheio de carne"	41
Tabela 8. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção da massa para "Croquetes" .	43
Tabela 9. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do "Recheio de galinha"	45
Tabela 10. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do "Recheio de camarão" .	47
Tabela 11. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do "Recheio de vegetais" .	49
Tabela 12. Média e desvios-padrão da temperatura de arrefecimento do recheio no carro normalizado	51
Tabela 13. Média e desvios-padrão da temperatura de arrefecimento do recheio no produto.	53
Tabela 14. Distribuição dos surtos por agente causal na UE nos anos de 2005, 2006 e 2007 (adaptado de EFSA, 2009)	77
Tabela 15. Distribuição dos surtos de doença de origem alimentar por agente causal, em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006)	77
Tabela 16. Distribuição dos produtos implicados em surtos verificados na UE no ano de 2007 (adaptado de EFSA, 2009)	78
Tabela 17. Distribuição dos produtos implicados em surtos verificados em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006)	78

Tabela 18. Distribuição dos locais onde os alimentos foram consumidos ou adquiridos para os surtos verificados na UE no ano de 2007 (adaptado de EFSA, 2009).....	79
Tabela 19. Distribuição dos locais onde os alimentos foram consumidos ou adquiridos para os surtos verificados em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006).....	79
Tabela 20. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura da carne para a confecção de “Recheio de carne”	80
Tabela 21. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura da carne para a confecção de “Croquetes”	80
Tabela 22. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura da galinha para a confecção de “Recheio de galinha”	81
Tabela 23. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura do camarão para a confecção de “Recheio de camarão”.....	81
Tabela 24. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura do bacalhau para a confecção de “Pastéis de bacalhau”	81
Tabela 25. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura dos vegetais para a confecção de “Recheio de vegetais”	82
Tabela 26. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Carne”.....	82
Tabela 27. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do recheio para “Croquetes”..	82
Tabela 28. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Galinha”	83
Tabela 29. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Camarão”	83
Tabela 30. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Vegetais”	84
Tabela 31. Temperaturas (°C) registadas durante o arrefecimento do recheio no carro normalizado	84
Tabela 32. Temperaturas (°C) registadas durante o arrefecimento do recheio no produto	84

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de carne e de croquetes*.....	57
Quadro 2. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de galinha*.....	59
Quadro 3. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de camarão.....	60
Quadro 4. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de pastéis de bacalhau*	62
Quadro 5. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de vegetais*	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma geral de produção dos produtos de pastelaria salgada.....	22
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% – percentagem

°C – graus Celcius

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

a_w – actividade da água

CFSAN – Center for Food Safety and Applied Nutrition

cm – centímetro

D – valor de redução decimal

EFSA – European Food Safety Agency

EHEC – *E. coli* enterohemorrágica

EIEC – *E. coli* enteroinvasiva

EN – Norma Europeia

EPEC – *E. coli* enteropatogénica

EPM – erro padrão da média

ESR – Environmental Science & Research

ETEC – *E. coli* enterotoxigénica

FAO – Food and Agriculture Organization

FDA – Food and Drug Administration

FSA – Food Standards Agency

FSAI – Food Safety Authority of Ireland

FSIS – Food Safety and Inspection Service

g – grama

IC – intervalo de confiança

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods

IFT – Institute of Food Technologists

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – International Organization for Standardization

min. – minutos

mm – milímetro

MSSA – Manual do Sistema de Segurança Alimentar

μg – micrograma

n – número de casos

NP – Norma Portuguesa

r – coeficiente de correlação

s – desvio padrão da amostra

UE – União Europeia

ufc – unidade formadora de colónias

WHO – World Health Organization

z – valor z

I. INTRODUÇÃO

1. Descrição das actividades de estágio

O estágio, de natureza curricular, decorreu na empresa Alicontrol - Tecnologia e Controlo de Alimentos, Lda., no período compreendido entre 1 de Outubro de 2008 e 31 de Janeiro de 2009. No geral, o estágio consistiu em várias visitas a empresas clientes da Alicontrol, pertencentes a diferentes áreas do sector alimentar, acompanhando o técnico assessor responsável, bem como no acompanhamento do trabalho de auditoria desenvolvido naqueles clientes.

Acompanhei três visitas a um matadouro situado em Negrais, no concelho de Sintra e cinco visitas a outro matadouro situado no concelho de Vila Nova de Poiares. No primeiro procede-se ao abate exclusivo de leitões, e durante as várias visitas tive a oportunidade de: acompanhar duas sessões de formação dadas aos operadores – incluindo uma componente prática e outra teórica – sobre higiene geral dos alimentos; observar as operações de abate; observar e auxiliar nas recolhas de amostras das carcaças para pesquisa de microrganismos indicadores de higiene; e acompanhar a revisão do manual do sistema de segurança alimentar (MSSA).

O matadouro situado em Vila Nova de Poiares encontrava-se ainda em fase de construção no início do estágio, o que me deu oportunidade de acompanhar visitas às instalações, nas quais foram discutidas possíveis alterações estruturais. Nestas instalações, para além das áreas destinadas ao abate de pequenos ruminantes e suínos, estão incluídas também salas de desmancha, salsicharia e para preparação de pratos cozinhados. Durante as visitas tive a oportunidade de acompanhar o desenvolvimento da obra e a estruturação e desenvolvimento do MSSA, bem como de outros documentos relativos ao plano HACCP a ser implementado, participando na elaboração de alguns modelos de registo, fluxogramas dos processos de fabrico e fichas técnicas de produto. Tive ainda a oportunidade de assistir à vistoria que foi realizada para aprovação e autorização de início de actividade.

No sector da distribuição e venda, acompanhei quatro visitas a um mercado de produtos biológicos, situado no concelho de Lisboa, onde se estava a iniciar a implementação do plano HACCP. Durante as visitas conheci as instalações e assisti às reuniões onde foram discutidos alguns dos pré-requisitos do plano HACCP. Participei na elaboração de modelos de registos, bem como na construção de uma *check-list* para o relatório de visita ao cliente. Acompanhei uma visita a um talho situado no concelho de Lisboa, onde pude visitar a sala de

preparação e desmancha e acompanhar a recolha de amostras para análise de conformidade do produto, da higiene dos equipamentos e dos operadores.

Visitei também um entreposto frigorífico, situado no concelho de Rio Maior, onde para além da entrepostagem se procedia ao reacondicionamento do produto. Aí pude acompanhar uma reunião com o cliente em que se iniciou a organização dos trabalhos para uma certificação segundo o *Codex Alimentarius*, à qual se seguiu uma visita às instalações.

No sector do comércio e indústria de pescado, tive a oportunidade de acompanhar visitas a seis empresas deste sector, duas com instalações no Mercado Abastecedor da Região de Lisboa, uma localizada no concelho de Azeitão, uma situada no concelho de Palmela, uma localizada no concelho de Torres Vedras e a última situada no concelho de Sesimbra. Na empresa de Azeitão foram realizadas apenas recolhas de amostras para análise de conformidade do produto e houve uma breve reunião para discussão dos resultados das análises anteriores. Nas restantes, acompanhei a visita às instalações, bem como a elaboração do relatório de visita em cada uma delas. Uma vez que se encontravam em laboração, tive a oportunidade de contactar com alguns dos procedimentos efectuados por aquelas unidades. Em três das empresas foi revisto o MSSA, foram analisados os registos associados ao plano HACCP e foi feito o teste à rastreabilidade dos produtos. Nas cinco empresas foram feitas recolhas de amostras para análise da conformidade do produto, da água que abastece as instalações, higiene dos equipamentos e dos operadores.

No sector dos produtos alimentares transformados, acompanhei as visitas a duas empresas deste sector, uma situada no concelho de Cascais, e outra localizada no concelho de Chaves. Visitei as instalações de ambas, e como se encontravam em laboração tive a oportunidade de observar alguns dos processos de fabrico ali realizados. Na empresa de Cascais acompanhei a recolha de amostras para análise de conformidade do produto e higiene dos equipamentos e dos operadores. Na empresa de Chaves acompanhei a elaboração do relatório de visita e alguns ajustes que foram feitos aos documentos de suporte ao sistema HACCP implementado, bem como a reunião para discussão do relatório de visita.

Na área de *catering* e restauração, acompanhei uma visita a uma empresa de *catering* situada no concelho de Cascais, onde visitei as instalações e assisti a uma reunião onde foram esclarecidas dúvidas sobre a aplicação do plano HACCP.

Para além da participação no trabalho desenvolvido para os clientes que foram visitados, participei também no desenvolvimento de modelos de registo e fluxogramas de processos de fabrico para outros clientes, bem como na elaboração de um manual de boas práticas.

2. Nova percepção dos produtos alimentares

A alimentação é um acto essencial na nossa vida, onde se reflecte também uma parte importante da cultura própria de cada país. Ao longo do tempo, o tipo de alimentação praticada bem como os alimentos disponíveis, sofreram uma transformação imensa. Nos dias que correm, e particularmente nos países desenvolvidos, os produtos alimentares não servem apenas como fonte de nutrientes, e a população em geral está cada vez mais desperta para questões que envolvem não só a qualidade nutricional dos alimentos, mas também a qualidade química – produtos com menos aditivos e substâncias artificiais – e microbiológica dos produtos alimentares. Associada a esta crescente consciencialização, vem a percepção dos potenciais perigos que os alimentos podem apresentar.

De um modo geral, os perigos associados aos alimentos podem ser divididos em três grupos: físicos, químicos e biológicos. Dentro dos perigos físicos consideram-se a terra, areia ou pequenas pedras, espinhas de peixe, pedaços de madeira, vidro ou metal, entre outros. Por outro lado, os perigos químicos incluem substâncias como antibióticos ou resíduos de outros medicamentos, hormonas, metais pesados, corantes, conservantes e edulcorantes, entre outros. No que diz respeito aos perigos biológicos, estes podem ser representados por diferentes parasitas, como por exemplo *Toxoplasma*, *Cryptosporidium* e *Giardia*, vírus, e bactérias potencialmente patogénicas como *Salmonella*, *Listeria*, *Campylobacter*, *Clostridium* spp., entre outros, bem como as diferentes toxinas produzidas por algumas bactérias. Mais recentemente considera-se também a existência de perigos nutricionais, representados pelo sal, gorduras e açúcar em excesso, uma vez que estes podem também ser prejudiciais à saúde dos consumidores (Guedes, 2006).

3. Objectivos

O tema desta dissertação surgiu com o processo de certificação do sistema de gestão da segurança alimentar (SGSA) pela norma NP EN ISO 22000:2005, de uma das empresas visitadas durante o estágio.

A empresa em questão produz diversos produtos de pastelaria salgada e doce; no entanto, a presente dissertação irá abranger apenas os produtos de pastelaria salgada, uma vez que estes representam a maior parte da produção.

Neste trabalho pretende-se validar as medidas de controlo que dizem respeito aos pontos de controlo críticos representados pelos tratamentos térmicos aplicados na confecção dos recheios e pelo seu tempo de permanência na sala de produção, durante o fabrico dos pastéis. Em ambos os casos, as medidas de controlo instituídas pretendem controlar

principalmente os perigos biológicos eventualmente presentes durante essas etapas; ou seja, pretendem controlar os microrganismos potencialmente patogénicos que possam existir no produto, e constituir uma ameaça à segurança do mesmo.

Assim, numa primeira parte do trabalho, será feita uma revisão que irá incluir:

- Um breve esclarecimento sobre a organização ISO e a norma ISO 22000:2005 – quais os principais objectivos desta norma e quais as principais vantagens da sua adopção;
- A identificação e caracterização dos potenciais perigos que se pretendem controlar, no presente contexto, e a identificação das medidas que são utilizadas para o seu controlo;
- Uma descrição sumária das diferentes abordagens que podem ser seguidas num processo de validação de medidas de controlo.

Na segunda parte deste documento será apresentado o estudo realizado com a finalidade de se obter a evolução da temperatura dos produtos durante as etapas de confecção e arrefecimento dos recheios, uma vez que o binómio tempo/temperatura é o principal factor de controlo nessas etapas.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. ISO – Organização Internacional de Normalização

A ISO – International Organization for Standardization, ou Organização Internacional de Normalização, em português – é uma federação mundial de organismos nacionais de normalização, que se dedica ao desenvolvimento e publicação de normas internacionais. Esta organização foi criada em 1946, tendo iniciado funções em Fevereiro de 1947, em Genebra, Suíça. Hoje em dia é constituída por 163 países membros, sendo que Portugal está representado pelo IPQ – Instituto Português da Qualidade (ISO, 2009).

1.1. O que são normas ISO?

Actualmente, os consumidores têm facilmente acesso a uma enorme variedade de informação relativa aos produtos que compram e consomem. Esse facto, aliado à crescente preocupação com a qualidade dos alimentos que se consomem, tem levado a que não só os consumidores cada vez mais exijam provas de que os produtos que adquirem cumprem com os seus requisitos de qualidade, mas também os próprios produtores e fornecedores se empenhem em dar mostras que os produtos que comercializam vão de encontro a esses requisitos.

Quando os produtos, sistemas, maquinaria e aparelhos funcionam correctamente e de um modo seguro, tal deve-se frequentemente ao facto de obedecerem a determinadas normas. As normas garantem as características desejáveis de produtos e serviços – tais como qualidade, características ecológicas, segurança, fiabilidade, eficiência e permutabilidade – oferecendo assim vantagens a todas as partes interessadas (ISO, 2009).

Para os empresários, a adopção generalizada de normas internacionais significa que os fornecedores podem desenvolver e oferecer produtos e serviços que cumprem especificações com reconhecimento internacional no seu sector. Como tal, industriais que utilizem normas internacionais podem ter a oportunidade de competir em mercados que de outro modo não estariam ao seu alcance. Os consumidores e clientes são também beneficiados. Para os clientes, a compatibilidade mundial da tecnologia que é alcançada quando os serviços e produtos são baseados em normas internacionais oferece-lhes um leque alargado de escolhas, além de poderem beneficiar ainda dos efeitos da competição entre fornecedores. Aos consumidores, a conformidade de produtos e serviços com normas internacionais oferece garantias relativamente à sua qualidade, segurança e confiança (ISO, 2009).

Por outro lado, as normas internacionais fornecem aos órgãos governativos as bases técnicas para o desenvolvimento de legislação relativa à saúde, segurança e ambiente, bem como as bases para a avaliação de conformidade de produtos e serviços (ISO, 2009).

1.2. ISO 22000:2005

A grande maioria das normas ISO são verticais, específicas para um produto, método ou processo em particular (ISO, 2009). No entanto, a norma ISO 22000:2005, à semelhança da norma ISO 9001:2008, é uma norma horizontal, ou seja, é uma norma genérica para sistemas de gestão, que pode ser aplicada a qualquer fase da cadeia alimentar (Magalhães, 2007).

Uma vez que existe uma grande diversidade de normas de segurança alimentar, resultantes das diferentes exigências das grandes cadeias de distribuição – e.g. BRC ou IFS, *Requirements for a HACCP based Food Safety System* (CCvD-HACCP), DS 3027, entre outras – não é possível o uso de uma certificação única aceite por todos (Oliveira, 2006). A norma ISO 22000:2005 pretende oferecer a solução, ao definir um conjunto de requisitos para um sistema de gestão da segurança alimentar que, por se tratar de uma norma ISO, tem o reconhecimento internacional facilitado face aos outros referenciais nesta matéria (Magalhães, 2006; Oliveira, 2006). Esta norma veio assim harmonizar o vasto conjunto de normas e sistemas relacionados com a garantia de segurança dos géneros alimentícios, permitindo que as empresas que a adoptem sejam globalmente reconhecidas nessa matéria, e também que vão além do que é normalmente requerido pela legislação (APCER, 2006; Queiroz, 2006). Importa referir que, apesar de esta ser também uma norma genérica, a ISO 22000:2005 não foi publicada com o objectivo de substituir a ISO 9001:2008. O que se pretende é que a primeira venha completar a abordagem global centralizada na satisfação dos clientes com uma abordagem focada na segurança alimentar dos produtos e serviços fornecidos, no momento do consumo (APCER, 2006; Magalhães, 2007).

Vantagens da adopção da norma ISO 22000:2005

O funcionamento eficaz de um sistema de gestão da segurança alimentar traz diversas vantagens. Uma das principais vantagens relacionada com este referencial é a abrangência da norma. Sendo aplicável a todos os sectores da cadeia alimentar, destina-se a todas as organizações que influenciem a segurança alimentar “do prado ao prato”, incluindo a produção de embalagens e a prestação de serviços, entre outros (Magalhães, 2006).

Outra vantagem é oferecer a garantia, junto dos vários parceiros da cadeia de abastecimento, de um controlo mais eficaz e dinâmico dos potenciais perigos ligados aos alimentos. Assegura-se assim a aptidão da empresa para fornecer consistentemente produtos finais dentro dos limites de aceitação, estabelecidos quer pelos clientes quer pelas autoridades. Pretende-se desta forma aumentar a satisfação, a confiança e a fidelização dos clientes (Neves, 2007; Queiroz, 2006). A adopção desta norma permite ainda evidenciar que existe um real envolvimento da gestão de topo de uma empresa na implementação da sua política nos processos de decisão, no sistema de informação e nas medidas de avaliação. O facto de toda a organização estar envolvida nos processos de melhoria da produção pode contribuir também para um aumento da confiança junto dos vários parceiros (Neves, 2007; Queiroz, 2006).

Uma grande diferença entre a ISO 22000:2005 e os outros referenciais, e que pode ser encarada também como uma vantagem, prende-se com o facto de esta norma não incluir uma lista exaustiva de requisitos de boas práticas. Requer, no entanto, a conformidade com a metodologia HACCP, o cumprimento integral da legislação em vigor, e a implementação de boas práticas internacionalmente reconhecidas, como por exemplo o *Codex Alimentarius*. As linhas orientadoras dessas boas práticas devem ser definidas pela organização (Magalhães, 2006; Oliveira, 2006). A implementação desta norma implica também o cumprimento dos requisitos do cliente em matéria de segurança alimentar e acrescenta a promoção da melhoria contínua (Magalhães, 2006).

Existem nesta norma conceitos que permitem uma melhor gestão de um sistema da segurança alimentar, nomeadamente os programas de pré-requisitos operacionais (PPROs) e a comunicação como um elemento-chave na gestão da segurança alimentar (Magalhães, 2006). Ao dar ênfase à comunicação da empresa com os vários elos da cadeia, a montante e a jusante, como sejam prestadores de serviços (entre outros, empresas de transporte e logística), fornecedores (de produtos de higiene, de materiais de embalagem, de aditivos, etc.) clientes e entidades oficiais, a adopção da ISO 22000:2005 permite uma maior eficácia na identificação, controlo e redução dos perigos, evitando a ocorrência de situações de risco de segurança alimentar ou de inconformidade legal que possam abalar a confiança do mercado e pôr em causa a credibilidade da organização e das suas marcas (Neves, 2007; Queiroz, 2006).

No entanto, por se tratar de um sistema complexo, podem surgir algumas barreiras à implementação de um sistema de gestão baseado neste referencial, nomeadamente ao nível das mentalidades e das práticas habituais dos operadores, e dos custos de investimento, já que este obriga a clarificar e detalhar a estrutura da organização, os processos, os métodos e a estabelecer os controlos adequados ao longo de toda a cadeia de produção (Neves, 2007; Queiroz, 2006).

2. Validação de medidas de controlo

O controlo de perigos potencialmente associados com alimentos envolve tipicamente a aplicação de medidas de controlo. A validação destas medidas foca-se na recolha e avaliação de informação científica, técnica e observacional para determinar se são capazes de atingir o objectivo em termos de controlo de perigos. Ou seja, é através do processo de validação que se demonstra que as medidas de controlo seleccionadas são efectivamente capazes, de um modo consistente, de atingir o nível pretendido de controlo dos perigos. O acto de validação é realizado no momento em que uma medida de controlo ou um sistema de segurança alimentar são delineados, ou quando alterações nesse sistema levam a que seja necessária uma revalidação. Idealmente, os processos de validação devem ser efectuados antes de as medidas de controlo serem implementadas (FAO/WHO, 2008a).

2.1. Abordagens possíveis ao processo de validação

O processo de validação pode ser levado a cabo através de diferentes tipos de abordagem. A própria Norma ISO 22000:2005 oferece sugestões de métodos que poderão ser utilizados para o processo de validação das medidas de controlo. Assim, a validação pode incluir, sem limitar: referências a validações já efectuadas por outras organizações, literatura científica, ou “*know-how*”; simulações das condições processuais; dados sobre perigos físicos, químicos e biológicos obtidos durante as condições normais de operação; técnicas estatísticas; modelação matemática; e o uso de guias devidamente aprovados pelas autoridades competentes (APCER, 2006).

Cada método tem as suas vantagens e desvantagens, e em certos casos, dois ou mais métodos poderão ser desejáveis (ICMSF, 2002). Em seguida serão brevemente descritos alguns dos mais comuns processos de validação anteriormente referidos.

2.1.1. Referência a literatura técnica ou científica, estudos prévios de validação ou conhecimento histórico da performance da medida de controlo

A informação técnica ou científica necessária para a validação de medidas de controlo pode ser disponibilizada por várias fontes. Estas incluem literatura científica, orientações governamentais, normas e referenciais de Boas Práticas de Higiene (BPH) e medidas de controlo de HACCP com uma história conhecida de bons desempenhos e que tenham sido validadas pelas autoridades competentes ou autoridades científicas independentes, referenciais ou normas internacionais, e estudos de validação de empresas ou de fabricantes de equipamentos. No entanto, se for utilizado esse conhecimento, deve ter-se a preocupação de

assegurar que as condições de aplicação num sistema específico de segurança alimentar são consistentes com as identificadas na informação científica examinada (FAO/WHO, 2008a).

2.1.2. Simulações das condições processuais

Os testes laboratoriais projectados para mimetizar as condições do processo, ou ensaios industriais de determinados aspectos de um sistema de processamento de alimentos, são técnicas de validação comumente utilizadas. Estes testes podem envolver o alimento propriamente dito, meios de cultura ou outros materiais que possam ser adequados. Os testes realizados no ambiente real de processamento do alimento em causa podem fornecer um grau mais elevado de certeza dos resultados; no entanto, isto requer a utilização de microrganismos de substituição para a realização dos testes, uma vez que os microrganismos potencialmente patogénicos nunca devem ser introduzidos na unidade de produção alimentar ou no ambiente de processamento para o propósito de validação de um processo. Quando são utilizados os microrganismos de substituição, a validação deve abranger a adequabilidade dos substitutos. A validação poderá ter de ser limitada a um laboratório se não estiverem disponíveis os microrganismos de substituição adequados que possam ser utilizados para adquirir a informação nas condições reais de produção (ICMSF, 2002; FAO/WHO, 2008a).

2.1.3. Recolha de dados físicos, químicos e biológicos obtidos durante as condições normais de operação

Pode ser recolhida uma quantidade considerável de informação sobre uma operação alimentar, que poderá ser útil para melhor se compreenderem os potenciais perigos microbiológicos. Essa informação pode consistir numa variedade de medições químicas, físicas e microbiológicas. Por exemplo, se a composição química de um alimento é conhecida à medida que este sofre o processamento, podem ser realizadas estimativas do potencial para certos microrganismos patogénicos nele sobreviverem ou se multiplicarem. Do mesmo modo, medições dos tempos e temperaturas de processamento poderão ser também realizadas para se compreender o potencial para a sobrevivência e desenvolvimento dos microrganismos durante o processamento. Embora muitas vezes se possam fazer generalizações a partir de informação publicada, a origem e o tipo de matérias-primas pode diferir entre os operadores alimentares, facto esse que deve ser tido em conta. Podem também existir oportunidades para obter dados microbiológicos a partir de amostras colhidas à medida que o alimento é processado, o que pode ser útil para validar um processo ou para verificar os resultados obtidos no laboratório. Por várias razões, no entanto, poderá ser necessário medir as alterações na população de um

microrganismo não patogénico que tenha uma resistência semelhante ou superior à do microrganismo potencialmente patogénico em estudo. Isto pode ser necessário, por exemplo, quando os números ou prevalência do microrganismo potencialmente patogénico são demasiado baixos para fornecerem dados significativos (ICMSF, 2002).

2.1.4. Inquéritos e técnicas estatísticas

Os inquéritos podem ser utilizados na validação de medidas de controlo, quando apropriado e em conjunto com outras abordagens, para demonstrar que o nível pretendido de controlo dos perigos pode ser alcançado. Por exemplo, a avaliação da compreensão por parte dos consumidores da informação disponível num rótulo, antes ou durante a construção do mesmo, pode ser considerada como uma abordagem para a validação da rotulagem como medida de controlo (FAO/WHO, 2008a).

2.1.5. Modelação matemática

A modelação matemática constitui um meio de integrar matematicamente dados científicos com o modo como certos factores afectam a capacidade das medidas de controlo alcançarem o objectivo de segurança alimentar. Os modelos matemáticos são extensivamente utilizados pelas indústrias em alguns países, e.g. modelos de crescimento de microrganismos patogénicos para avaliar o impacto de variações do pH e da actividade da água no controlo do seu crescimento, ou o uso de modelos de valores-z para determinar condições alternativas de processamentos térmicos. As validações baseadas no uso de modelos matemáticos deverão ter em conta a incerteza e variabilidade associadas às predições do modelo (FAO/WHO, 2008a).

3. Medidas de controlo em produção de pastelaria salgada

A indústria alimentar tem a obrigação de processar as matérias-primas de modo a minimizar o desenvolvimento de microrganismos existentes, bem como a contaminação adicional durante o processamento. Estas obrigações vão desde a manutenção das instalações onde se processam os alimentos até ao uso dos melhores métodos e tecnologias disponíveis para tal processamento (Dickson & Marshall, 2006).

Uma medida de controlo é qualquer acção e/ou actividade que possa ser utilizada para prevenir ou eliminar um perigo para a segurança alimentar ou reduzi-lo a um nível aceitável (FAO/WHO, 2008a). Um sistema de gestão da segurança alimentar (SGSA) quase sempre envolve uma série de medidas de controlo, tais como a selecção das matérias-primas, o manuseamento higiénico antes do processamento, a correcta aplicação desse processamento e a aplicação de boas práticas de higiene (BPH) e dos princípios do HACCP durante toda a cadeia de produção, sendo assim garantida a segurança microbiológica dos alimentos (ICMSF, 2002).

As medidas de controlo podem ser agrupadas em três categorias: as que actuam nos níveis iniciais de contaminação microbiológica, as que previnem o aumento desses níveis, e as que os reduzem (ICMSF, 2002).

O controlo dos níveis iniciais de contaminação microbiológica pode ser conseguido através da selecção de ingredientes, evitando alimentos com uma história de contaminação ou toxicidade, como o leite cru ou utilizando critérios microbiológicos para rejeitar ingredientes ou produtos inaceitáveis, entre outros (ICMSF, 2002).

Por outro lado, a prevenção do aumento dos níveis de contaminação microbiológica pode ser conseguida evitando a contaminação, adoptando boas práticas de higiene que a minimizem, separando alimentos crus de alimentos prontos a consumir, incentivando práticas de higiene pessoal dos operadores que minimizem as contaminações, ou prevenindo o desenvolvimento e multiplicação dos microrganismos, através da utilização de temperaturas de arrefecimento e manutenção adequadas, através do correcto armazenamento de matérias-primas e produtos finais, ou mantendo níveis de pH, a_w (actividade da água), ou conservantes que impeçam o respectivo desenvolvimento (ICMSF, 2002).

Finalmente, o controlo dos níveis de contaminação microbiológica pode ser conseguida ou destruindo os microrganismos, através da congelação que inactiva certos parasitas, utilizando desinfectantes, a pasteurização, a irradiação, entre outros, ou removendo microrganismos potencialmente patogénicos, através da lavagem, ultra-filtração, ou centrifugação. Importa frisar que nenhuma opção de gestão de risco garante uma segurança absoluta (ICMSF, 2002).

3.1. Importância do controlo do binómio tempo/temperatura

No contexto em presença, durante a confecção e o arrefecimento dos produtos alimentares, o principal foco será o controlo do binómio tempo/temperatura.

A necessidade de controlo do binómio tempo/temperatura é determinada tanto pela potencial contaminação e desenvolvimento dos microrganismos presentes, como pelo potencial para o seu desenvolvimento posterior e/ou para a produção de toxinas (IFT, 2001). Os produtos de pastelaria salgada podem ser considerados produtos alimentares complexos, uma vez que incluem na sua composição diversos tipos de matérias-primas, desde produtos desidratados, como as farinhas e os condimentos; produtos frescos, como carnes variadas, pescado e vegetais; ou mesmo produtos já processados, como molhos e ovoprodutos, entre outros. Esta complexidade leva a que este tipo de produtos alimentares varie muito na sua composição. Ainda assim, é possível afirmar que os produtos de pastelaria salgada, pela sua composição, disponibilizam uma grande variedade de nutrientes, necessários ao desenvolvimento microbiano. Considerando ainda o facto de muitas das matérias-primas utilizadas terem uma actividade da água (a_w) e um pH favoráveis ao desenvolvimento de vários microrganismos, pode assumir-se que os produtos de pastelaria salgada necessitam de controlo do tempo e da temperatura durante e após o seu processamento.

No processamento térmico para conservar os alimentos, a temperatura vai desnaturar as moléculas proteicas, o que por sua vez vai destruir a actividade enzimática e consequentemente os metabolismos controlados por enzimas nos microrganismos (Eifert, Arritt, & Kang, 2006). O acto de cozinhar os alimentos tem como finalidade primária melhorar as suas características organolépticas, mas ao serem utilizadas temperaturas relativamente elevadas são também destruídas as células vegetativas de muitos microrganismos e inactivadas as enzimas e toxinas. Sendo assim, cozinhar os alimentos é também um modo de os conservar e de os tornar mais seguros, se a recontaminação for prevenida (Legarreta, 2006).

3.2. Identificação e caracterização de perigos microbiológicos

Os produtos alimentares e os seus ingredientes podem conter uma grande variedade de microrganismos. Alguns destes microrganismos podem ser parte constituinte da microflora natural de matérias-primas de origem animal ou vegetal, enquanto que outros podem ser introduzidos durante a produção, processamento e preparação para o consumo. Desses, alguns podem ser patogénicos e provocar diferentes doenças se estiverem presentes nos alimentos em

quantidades suficientes. As doenças causadas por microrganismos patogénicos presentes nos alimentos constituem um problema de saúde pública à escala mundial (ICMSF, 2002; Eifert, Arritt, & Kang, 2006).

O risco de doenças devido ao consumo de alimentos contaminados é cada vez mais um aspecto a ter em consideração, devido às alterações no mercado global, ao envelhecimento generalizado da população, ao aumento do número de indivíduos imunocomprometidos e às alterações nas práticas da produção alimentar. Entre as novas práticas de processamento alimentar contam-se, por exemplo, a redução da aplicação de calor; a redução da utilização de conservantes químicos; o fornecimento de produtos que requerem pouca ou nenhuma preparação ou estão prontos a consumir e que, conseqüentemente, não são sujeitos a um novo tratamento térmico antes do consumo. Todas estas práticas contribuem para uma maior probabilidade de microrganismos potencialmente patogénicos chegarem ao consumidor (ICMSF, 2002; Eifert, Arritt, & Kang, 2006).

Segundo McCurdy & Hillers (2006) existem mais de 200 doenças que podem ser transmitidas através do consumo de alimentos. A maioria das doenças provocadas pelo consumo de alimentos surge devido ao consumo de produtos alimentares contendo bactérias, vírus ou parasitas patogénicos, ou toxinas produzidas por microrganismos que se desenvolveram nos alimentos.

Nos países industrializados, os microrganismos que mais frequentemente causam doenças com origem alimentar são *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*, e *Campylobacter* spp. termófila, que nos últimos anos tem vindo a adquirir cada vez mais importância (ICMSF, 2002).

No Anexo 1 deste documento são apresentadas algumas estatísticas relativas aos surtos de intoxicações com origem alimentar que foram reportados na Europa nos anos de 2005 a 2007, e em Portugal dos anos 2004 a 2006. Através destes relatos pode constatar-se que o agente mais frequentemente reportado como causador de surto alimentar na Europa no período referido foi *Salmonella* spp., seguida pelos vírus, e por *Campylobacter* spp (Tabela 14, Anexo 1). Os microrganismos *Escherichia coli* e *Yersinia* spp. foram também reportados como responsáveis por um número considerável de surtos. Só no ano de 2007, dos 5609 surtos reportados apenas 2025 foram investigados, tendo estes afectado 39727 pessoas, sendo que 3291 foram hospitalizadas e 19 acabaram por falecer. As *Salmonella* foram responsáveis por 10 dessas mortes (EFSA, 2009). Já em Portugal, de entre os surtos reportados entre os anos de 2004 a 2006, não é possível destacar um agente que seja particularmente mais proeminente que os restantes (Tabela 15, Anexo 1). Na Europa, no ano de 2007, os ovos e ovoprodutos foram os produtos que mais frequentemente constituíram veículo de

microrganismos patogénicos, seguidos pelo pescado e produtos derivados e as refeições mistas (Tabela 16, Anexo 1). Relativamente aos surtos reportados em Portugal nos anos de 2004 a 2006, as refeições mistas e o pescado também são os veículos mais frequentes, seguidos pelas sobremesas e pelos produtos de padaria (Tabela 17, Anexo1). Quanto aos locais onde estes surtos ocorreram, tanto em Portugal como na Europa, nos anos referidos, o ambiente familiar é o que está relacionado com o maior número de surtos (Tabelas 18 e 19, Anexo 1). Os restaurantes e cafés são o segundo local mais frequente, seguidos pelas cantinas institucionais no caso particular de Portugal, e pelas escolas, na Europa.

Estas estatísticas ajudam a demonstrar a importância das questões relacionadas com a segurança alimentar, mesmo em países industrializados, e como a falta de conhecimento ou da aplicação de boas práticas de higiene ou de laboração podem ter consequências muito graves, que poderiam ter sido tão facilmente evitadas.

Em seguida serão identificados e brevemente caracterizados alguns dos microrganismos que podem ser veiculados pelos alimentos e desencadear processos patológicos na sequência da sua ingestão.

3.2.1. *Campylobacter* spp.

As duas espécie mais associadas a doença de origem alimentar são *Campylobacter jejuni* e *C. coli*, bactérias Gram-negativas e microaerófilas. São microrganismos relativamente frágeis e sensíveis a factores de stress ambiental (ESR, 2001a; FDA, 2009a). O microrganismo *Campylobacter* spp. é sensível a concentrações atmosféricas de oxigénio, ao calor e à dessecação. Este organismo sobrevive melhor nos alimentos refrigerados do que em alimentos à temperatura ambiente ou congelados (ICMSF, 1996; ESR, 2001a).

A doença que provocada denomina-se genericamente campilobacteriose ou gastroenterite por *Campylobacter*, sendo que este microrganismo produz uma toxina termolábil capaz de desencadear processos diarreicos (ESR, 2001a; FDA, 2009a). Estudos de modelação matemática indicam que a dose necessária para desencadear a doença varia entre as 1000 e as 10000 células, embora outros estudos mostrem que contagens de 450 a 500 células são suficientes para desencadear a doença em alguns indivíduos (Forsythe, 2000; ESR, 2001a; FDA, 2009a).

A ingestão de carne de galinha mal confeccionada constitui uma via importante de transmissão de *Campylobacter* spp. Contudo, este microrganismo pode ser também encontrado no leite não pasteurizado, em carnes vermelhas, miudezas, cogumelos e moluscos (ICMSF, 1996; ESR, 2001a; FDA, 2009a). A contaminação cruzada e a ingestão de ingredientes contaminados não processados foram identificados como factores de risco

provavelmente responsáveis pelo despoletar de alguns surtos provocados por *Campylobacter* spp. na Europa, no ano de 2007, apesar de não ter sido possível identificar qual o factor contribuinte na maioria dos casos (EFSA, 2009).

3.2.2. *Clostridium perfringens*

O *Clostridium perfringens* é um bacilo Gram-positivo anaeróbio, capaz de formar esporos. Os esporos são principalmente formados no intestino, e é durante a esporulação que é produzidas as enterotoxinas responsáveis pelo despoletar de doenças gastrointestinais. Este microrganismo pode desencadear processos diarreicos no Homem ou mesmo uma doença mais grave, embora rara, denominada enterite necrosante (FDA/CFSAN, 2000; ESR, 2001b; FDA, 2009b). De um modo geral, é necessário haver ingestão de um número elevado de células para que os microrganismos sobrevivam à passagem pelo estômago e possam esporular e iniciar a produção de toxinas no intestino (FDA/CFSAN, 2000). Contudo, o aquecimento de alimentos a temperaturas entre os 70°C e os 80°C seguido de arrefecimento pode induzir também a germinação dos esporos, podendo levar à produção da toxina no próprio produto alimentar (ESR, 2001b). A dose reconhecida como mínima para desencadear a toxinfecção alimentar varia entre as 10^6 – 10^8 células viáveis (Forsythe, 2000; ESR, 2001b; FDA, 2009b).

O microrganismo *Clostridium perfringens* pode ser encontrado numa grande variedade de alimentos, inclusive em alimentos crus, desidratados ou cozinhados, podendo ser encontrado em todos os tipos de carne, embora em números relativamente reduzidos (ICMSF, 1996). As toxinfecções por *Clostridium perfringens* estão frequentemente associadas a situações envolvendo grandes quantidades de produtos alimentares, especialmente pratos de carne e aves, que são preparados de antemão e arrefecidos lentamente ou refrigerados incorrectamente (ESR, 2001b).

3.2.3. *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é um bacilo Gram-negativo anaeróbio facultativo, capaz de desencadear processos de gastroenterite de gravidade variável. Actualmente estão reconhecidas quatro classes de *Escherichia coli* que causam gastroenterite em humanos: a estirpe enterohemorrágica O157:H7; a estirpe enterotoxigénica (ETEC); a estirpe enteropatogénica (EPEC); e as estirpes enteroinvasivas (EIEC) (FDA, 2009c). Os surtos causados pelas estirpes ETEC, EPEC, e EIEC ocorrem muito raramente nos países desenvolvidos (ICMSF, 1996). É provável que estes microrganismos sejam mais comuns que

o serótipo O157:H7 nos alimentos, mas apenas uma pequena proporção dos isolados parece ser potencialmente patogénica para o Homem (ESR, 2001c). A dose infecciosa mínima calculada para a *E. coli* é de 10^6 – 10^7 células, ainda que doses mais reduzidas possam ser suficientes para provocar a doença em crianças ou indivíduos imunodeprimidos. Contudo, está calculada uma dose infecciosa mínima de apenas 10 células para a estirpe EIEC e de 10 a 100 células para a variante O157:H7 (Forsythe, 2000; FDA, 2009c).

Calcula-se que 85% dos casos de infecção tenha origem alimentar, sendo que este microrganismo foi identificado em produtos como carnes vermelhas e de aves mal cozinhadas, bem como no leite e outros produtos lácteos não pasteurizados. (ESR, 2001e; FDA, 2009c). Uma vez que estes microrganismos estão presentes no tracto intestinal dos portadores e são excretados nas fezes, alimentos contaminados por manipuladores que pratiquem uma má higiene pessoal podem actuar também como veículos (ICMSF, 1996; FDA, 2009c). Outros factores, como os abusos de temperatura durante o armazenamento, a contaminação cruzada ou a presença de um ingrediente contaminado não processado foram também identificados como situações responsáveis pelo despoletar de vários surtos alimentares por *Escherichia coli*.

3.2.4. *Listeria monocytogenes*

A *Listeria* é um microrganismo Gram-positivo que provoca no Homem uma doença genericamente designada por listeriose (FDA, 2009d). Apesar da doença ser relativamente rara, as suas consequências clínicas podem ser graves. A *L. monocytogenes* é capaz de crescer a temperaturas de refrigeração, tanto na presença como na ausência de oxigénio (ESR, 2001d; ICMSF, 1996).

A população em geral é relativamente resistente à infecção pelas estirpes de *L. monocytogenes* mais frequentemente encontradas nos alimentos (ICMSF, 1996). A dose infecciosa de *L. monocytogenes* ainda não é exactamente conhecida, sendo variável consoante a estirpe envolvida e a susceptibilidade da pessoa infectada (FDA, 2009d). Existem referências de que geralmente os surtos de *L. monocytogenes* que provocaram gastroenterite não complicada estão associados a alimentos contendo mais de 10^5 ufc/g (ESR, 2001d); no entanto, em casos associados com o consumo de leite, indivíduos susceptíveis foram infectados através do consumo de menos de 1000 células de *L. monocytogenes* (FDA, 2009d).

Alguns estudos indicam os alimentos como sendo a fonte primeira para a transmissão de *Listeria* spp., enquanto que outro refere que apenas um terço dos casos têm origem alimentar (ESR, 2001d). Este microrganismo deve ser considerado como estando potencialmente presente em todas as matérias-primas e alimentos não processados, uma vez

que uma grande variedade de produtos alimentares já actuou como veículo de *Listeria monocytogenes* (ESR, 2001d; FDA, 2009d). Outras vias de transmissão incluem a exposição ocupacional, como por exemplo o caso dos veterinários, e infecções adquiridas no hospital (ESR, 2001d).

3.2.5. *Salmonella* spp.

Este género de microrganismos é composto por uma grande variedade de diferentes serótipos de bacilos Gram-negativos anaeróbios facultativos. No entanto, poucos serótipos são geralmente identificados como causadores de doença, e alguns podem estar associados a determinadas áreas geográficas. A *Salmonella* Typhi é o microrganismo causador da febre tifóide, representando uma forma mais grave de salmonelose do que a causada pelas restantes *Salmonella* (ESR, 2001g; FDA, 2009e). Foram calculadas contagens de 10^4 – 10^{10} células como sendo a dose infecciosa mínima para *Salmonella* spp.; no entanto, pode haver infecção com teores tão baixos quanto 15 a 20 células, dependendo da idade e do estado hígido do hospedeiro, bem como da estirpe em causa (Forsythe, 2000; ESR, 2001g; FDA, 2009e).

Estes microrganismos podem ser transmitidos ao Homem através de água ou alimentos contaminados, através do contacto com animais ou a partir de um ambiente contaminado (ESR, 2001f). A carne e produtos derivados provenientes de animais portadores do microrganismo são veículos importantes de *Salmonella*. Vários outros produtos, como ovos, leite e produtos lácteos, pescado, e produtos de origem não animal, como o chocolate, foram também identificados como possíveis veículos de *Salmonella* spp. (ICMSF, 1996; ESR, 2001g; FDA, 2009e).

A *S. Typhi* é transmitida principalmente através de água contaminada e por portadores humanos (ESR, 2001g). O tratamento térmico insuficiente, a utilização de ingredientes contaminados não processados, a contaminação cruzada e os abusos de temperatura durante o armazenamento são também factores frequentemente envolvidos em surtos de salmonelose de origem alimentar (EFSA, 2009).

3.2.6. *Staphylococcus aureus*

O *Staphylococcus aureus* é um microrganismo Gram-positivo produtor de várias enterotoxinas relativamente resistentes ao calor, capazes de provocar doença no Homem, conhecida como enterotoxémia estafilocócica; o Homem e os animais são considerados os principais reservatórios deste microrganismo. Desenvolve-se melhor na presença de oxigénio, mas é capaz de se desenvolver também em meio anaeróbio (ESR, 2001h; FDA, 2009f).

Basta menos de 1,0 µg de toxina num alimento para produzir sintomas. Estes níveis de contaminação por toxinas são atingidos quando a população de *Staphylococcus aureus* excede as 10^5 células por grama de alimento, sendo que contagens reduzidas deste microrganismo nos alimentos não representam um perigo directo para a saúde (Forsythe, 2000; ESR, 2001h; FDA, 2009f).

O *Staphylococcus aureus* compete mal com outros agentes bacterianos e, como tal, raramente provoca intoxicação alimentar através de produtos alimentares crus. Os alimentos que representam um risco maior são aqueles em que a flora natural foi destruída ou inibida durante o processamento, bem como alimentos que necessitem de um grau de manipulação considerável durante o seu fabrico e que sejam mantidos a temperaturas ligeiramente elevadas após a sua confecção (ESR, 2001h; FDA, 2009f).

Os estafilococos desenvolvem-se bem em alimentos cozinhados ricos em proteínas, açúcar ou sal, de baixa acidez, ou em alimentos com recheios húmidos. Alguns dos produtos alimentares que são frequentemente implicados em infecção por *Staphylococcus aureus* incluem carnes e produtos derivados; ovoprodutos; saladas; produtos de padaria e pastelaria recheados com diferentes cremes; recheios de sanduíches; e leite e produtos lácteos. Os alimentos podem ser contaminados pelos manipuladores, através do contacto directo ou de aerossóis provenientes do tracto respiratório, gerados pela tosse ou pelo espirro. Os equipamentos e as superfícies ambientais também podem agir como fontes de contaminação de *Staphylococcus aureus* (ESR, 2001h; FDA, 2009f).

3.2.7. *Vibrio* spp.

O *Vibrio parahaemolyticus* é um microrganismo marinho associado a toxinfecções alimentares envolvendo o consumo de marisco, e é uma das principais causas de toxinfecção alimentar em países asiáticos; é um microrganismo mesófilo, moderadamente halófilo e é um agente causador de gastroenterites. O *V. vulnificus* é também um microrganismo moderadamente halófilo, sendo um patogénico oportunista. Pode provocar gastroenterites, infecções em feridas cutâneas e um síndrome conhecido como septicemia primária. O *V. cholerae* é um organismo mesófilo e anaeróbio facultativo, moderadamente halotolerante e muito sensível ao calor. O serótipo O1 do *V. cholerae* é o agente causal da cólera asiática; os restantes serótipos, pertencentes ao serogrupo não-O1, são capazes de desencadear uma doença semelhante à cólera, mas menos grave (ICMSF, 1996; ESR, 2001i; ESR, 2001j; ESR, 2001k; FDA, 2009g; FDA, 2009h; FDA, 2009i).

A dose infecciosa mínima para o *Vibrio cholerae* varia entre as 10^3 e as 10^6 células. No caso do *Vibrio parahaemolyticus* a dose infecciosa mínima varia entre as 2×10^5 e as 10^9

células. Já para o *Vibrio vulnificus* a dose infecciosa pode ser tão reduzida como 100 células em pessoas com problemas hepáticos ou que estejam imunodeprimidas, não sendo considerado como uma causa significativa de doença em consumidores saudáveis (ICMSF, 1996; ESR, 2001i; ESR, 2001j; ESR, 2001k; FDA, 2009g; FDA, 2009h; FDA, 2009i).

A via de infecção mais comum para o *Vibrio cholerae* é através da ingestão de alimentos contaminados consumidos crus, mal cozinhados ou recontaminados após a confecção. A transmissão de *V. vulnificus* pode ocorrer também através do contacto de feridas com água do mar contaminada. Os alimentos mais frequentemente implicados na transmissão de *Vibrio cholerae* e *Vibrio parahaemolyticus* são o pescado, moluscos, e crustáceos (ESR, 2001i; FDA, 2009h). No caso do *Vibrio cholerae* há ainda registos de alimentos como leguminosas, carne e vegetais terem actuado como veículo de transmissão para este microrganismo por terem estado em contacto com água contaminada (ESR, 2001i). Os moluscos são os principais responsáveis pela transmissão de *Vibrio vulnificus* (ESR, 2001k; FDA, 2009i).

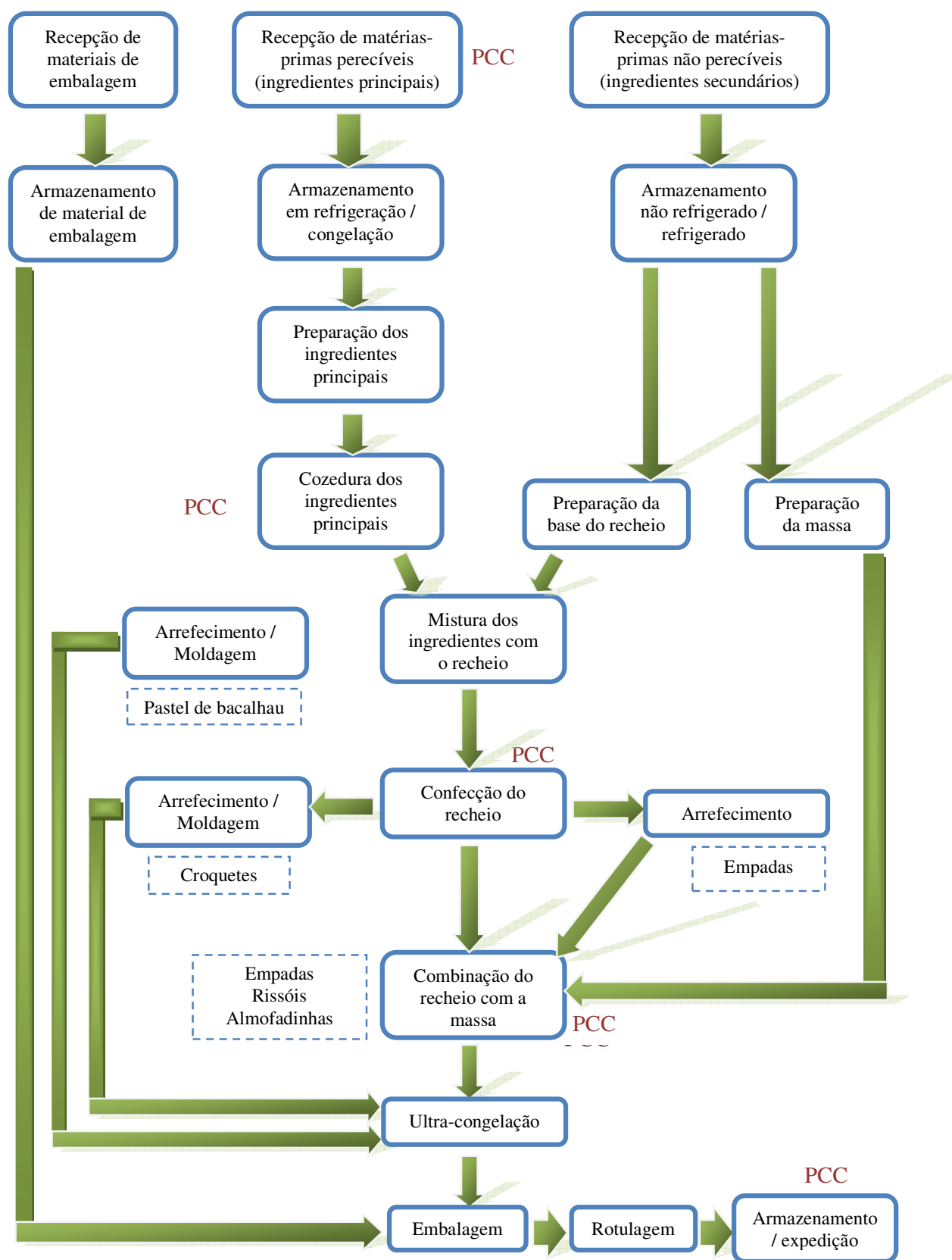
III. ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA DURANTE A CONFECÇÃO E ARREFECIMENTO DOS RECHEIOS DE PASTELARIA SALGADA

De entre os vários produtos confeccionados na unidade, foram seleccionados no âmbito da dissertação o “recheio de carne”; “recheio para croquetes”, “recheio de galinha”, “recheio de camarão”, “pastéis de bacalhau” e “recheio de vegetais”. O estudo está centrado nos produtos intermediários e não nos finais porque alguns destes recheios vão ser utilizados no fabrico de mais do que um produto, sendo o único factor variante o tipo de massa que o envolve e a forma do produto final. Uma vez que a massa e a forma não são factores determinantes na segurança do produto final, a investigação focou-se no processo de fabrico dos recheios. As únicas excepções são os croquetes e os pastéis de bacalhau, uma vez que estes produtos finais são constituídos quase exclusivamente por recheio.

Na Figura 1 está representado o fluxograma geral de produção dos produtos em estudo. Nele estão identificados os pontos críticos de controlo (PCC) ao longo de todo o processo. Contudo, neste trabalho serão focados apenas os pontos críticos de controlo representados pela cozedura dos ingredientes principais, pela incorporação dos ingredientes com o recheio e pela combinação do recheio com a massa. Nesta última etapa, o PCC não se refere à operação propriamente dita, mas sim ao tempo que esta leva a ser completada.

Com este estudo pretende-se comprovar que as temperaturas atingidas no centro térmico dos produtos, durante os processos tecnológicos – cozedura dos ingredientes principais e confecção dos recheios – são suficientes para destruir as células vegetativas dos microrganismos que poderão estar presentes na matéria-prima, e que o tempo de permanência do recheio na sala de produção, que decorre durante a combinação das massas com os respectivos recheios, não é suficiente para que ocorra a germinação de esporos que tenham sobrevivido aos tratamentos térmicos anteriores e o desenvolvimento subsequente dos microrganismos. Para tal, foram realizados ensaios durante o processamento normal dos produtos, com a finalidade de comprovar que as temperaturas desejadas eram mantidas durante o tempo suficiente para se conseguir a pasteurização das matérias-primas e do recheio, que é, afinal, um produto intermediário. Seguidamente foi analisada a evolução da temperatura do recheio enquanto este se encontrava na sala de produção, de modo confirmar que as temperaturas permanecem dentro do intervalo crítico para o desenvolvimento bacteriano por um período de tempo que não põe em causa a segurança do produto, do ponto de vista microbiológico.

Figura 1. Fluxograma geral de produção dos produtos de pastelaria salgada



1. Materiais e métodos

Para a medição das temperaturas foi utilizado um termómetro portátil, modelo 11036 da *DeltaTRAK*; o termómetro possui uma sonda em aço inoxidável, com 105 mm de comprimento por 3,5 mm de diâmetro, contendo um sensor *Thermistor* na sua extremidade. O intervalo de temperaturas alcançado pelo termómetro está compreendido entre os -50°C e os 200°C. Tem uma resolução de 0,1°C entre os -20°C e os 200°C, sendo de 1°C fora desse intervalo. A sua exactidão é de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ entre os -20°C e os 150°C, sendo de $\pm 1^\circ\text{C}$ fora desse intervalo. A actualização no visor da temperatura lida no sensor demora 1 segundo.

Os ensaios foram realizados durante os ciclos de produção normais dos produtos, tendo sido utilizadas três panelas industriais de diferentes capacidades – 80, 150 e 200 kg. Todas as panelas têm um agitador de pás incorporado e são compostas por uma parede externa e uma interna, entre as quais circula óleo, a fim de aumentar a transferência de calor. Na panela de menor capacidade é cozinhada a carne para recheio de carne. Na panela de capacidade intermédia são cozidos os vegetais e a carne para croquetes. Na panela de 200 kg de capacidade foram confeccionados os recheios. Foram também utilizadas panelas de alumínio, de 25 kg de capacidade, para a cozedura da galinha. Foi ainda utilizado um autoclave, também de parede dupla e com 400 kg de capacidade, na cozedura do camarão e do bacalhau.

1.1. Descrição do processo normal de produção dos produtos em estudo

Para a produção do recheio de carne e dos croquetes é utilizada carne de bovino refrigerada e embalada a vácuo. Para o recheio de carne, a carne é picada numa picadora da unidade fabril imediatamente antes da sua confecção. Depois de picada, é-lhe adicionado o texturizado de soja, previamente hidratado; a mistura é processada de imediato, juntamente com condimentos secos e com outros ingredientes, já processados, como óleo, polpa de tomate em conserva, vinho, e molho inglês. No caso da confecção da massa para “croquetes”, a carne é cortada manualmente em pedaços mais ou menos homogéneos e cozida unicamente em água com sal. Após a cozedura, a carne é picada numa picadora e é misturada com o texturizado de soja previamente hidratado. Em ambos os casos, os produtos intermédios seguem de imediato para a fase seguinte de processamento, sofrendo um novo tratamento térmico, juntamente com o creme bechamel já confeccionado; o creme é composto por água, farinha, e margarina. Depois de confeccionados, tanto o recheio de carne como a massa para croquetes entram em linhas automáticas de produção, sendo a única manipulação a colocação do produto final em cuvetes, que seguirão directamente para o túnel de ultra-congelação. A

massa para croquetes pode também sofrer uma moldagem manual, no caso do fabrico de “bolinhas de carne”, depois de ter sido doseada automaticamente.

Na confecção do recheio de galinha são utilizadas coxas de galinha congeladas que cozem unicamente em água com sal. Após a cozedura, é-lhes retirada a pele e os ossos e são desfiadas manualmente. A carne sofre novo tratamento térmico, juntamente com texturizado de soja que foi hidratado imediatamente antes da sua utilização, e com outros ingredientes incorporados no creme bechamel, como água, farinha, polpa de tomate em conserva, margarina, cebola desidratada e condimentos secos. Depois de confeccionado, o recheio é transferido para tabuleiros e é arrefecido em câmara frigorífica; é posteriormente trabalhado a frio numa linha automática, sendo manipulado pelos operadores durante a colocação do produto final em cuvetes, que seguem para o túnel de ultra-congelação em carros transportadores.

Na confecção do recheio de camarão é utilizado camarão congelado, que é descongelado em água fria corrente antes da cozedura e coze unicamente em água com sal; após a cozedura, é descascado manualmente e picado numa picadora. Em seguida é incorporado no creme bechamel já confeccionado, que contém margarina, farinha, polpa de tomate em conserva, e condimentos secos, sofrendo novo tratamento térmico. Depois de confeccionado, o recheio é transferido para um carro normalizado e transportado para a sala de produção, onde é trabalhado numa linha automática. A única manipulação subsequente ocorre aquando da colocação dos pastéis nas cuvetes, que são seguidamente transportados para o túnel de ultra-congelação.

Para a confecção dos “pastéis de bacalhau” é utilizado bacalhau salgado seco já desfiado; o bacalhau é demolhado em água com gelo, processo que demora doze horas. Após a cozedura, o bacalhau é escorrido e transferido para uma batedeira, a fim de desfiar completamente os pedaços de bacalhau. Depois de batido, é colocado em tabuleiros e arrefecido em câmara frigorífica. Uma vez arrefecido, é adicionado à mistura composta pelos restantes ingredientes, que consistem em gemas, claras e ovo inteiro pasteurizados, condimentos secos, fécula de batata, e cebola e salsa desidratadas. Após a confecção da massa, esta é transferida para carros normalizados, e é novamente encaminhada para uma câmara frigorífica até atingir temperaturas inferiores a 5°C se a temperatura tiver aumentado durante a mistura dos ingredientes. A massa é posteriormente trabalhada a frio, numa linha automática, sendo manipulada apenas aquando da colocação dos pastéis nas cuvetes, que seguem depois para o túnel de congelação.

Para a confecção do recheio de vegetais são utilizados vegetais frescos embalados, já cortados, e espinafres picados congelados; os vegetais cozem juntamente com condimentos

secos, cebola desidratada e margarina. Depois de cozidos são adicionados ao creme bechamel já confeccionado, composto por farinha, água e margarina, e a mistura sofre novo tratamento térmico. Uma vez confeccionado o recheio, este é transferido para uma carro normalizado e imediatamente transportado para a sala de produção. O recheio é trabalhado numa linha automática, sendo o produto manipulado apenas no final da linha de produção, durante a colocação dos pastéis em cuvetes, seguindo de imediato para o túnel de congelação.

1.2. Metodologia da leitura de temperaturas durante a cozedura das matérias-primas

Foram realizados cinco ensaios para a medição das temperaturas da cozedura da carne, galinha, camarão e bacalhau; no caso da cozedura de vegetais foram realizados apenas dois ensaios. As temperaturas foram medidas a intervalos regulares para que fosse possível apreciar a sua evolução nos ingredientes ao longo do processo de cozedura. A última medição corresponde à temperatura da matéria-prima no final da cozedura. Quando a matéria-prima tinha dimensões suficientes para suportar a introdução da sonda do termómetro – nos casos da carne para croquetes, do camarão, do bacalhau e da galinha – a medição da temperatura foi efectuada no centro térmico de um dos pedaços que se encontrava mais próximo da superfície da panela/autoclave; os pedaços foram retirados do meio onde estavam a ser cozinhados com o auxílio de uma escumadeira, foi registada a sua temperatura e foram novamente colocados dentro da panela/autoclave. Quando a matéria-prima a analisar não tinha dimensões para suportar a introdução da sonda – como nos casos da carne picada para o recheio de carne, e dos vegetais – a sonda do termómetro foi introduzida no centro da panela, até cerca de 10 cm de profundidade.

1.3. Metodologia da leitura de temperaturas durante a confecção dos recheios

Foram também realizados cinco ensaios para a medição das temperaturas durante a confecção dos recheios de carne, galinha, camarão e croquetes, e dois ensaios para a confecção do recheio de vegetais. A primeira temperatura registada corresponde à temperatura do creme bechamel já confeccionado, antes da introdução do ingrediente principal; as temperaturas foram lidas a intervalos de 1 minuto, com o auxílio do termómetro de sonda até ao final do processo de confecção do recheio. Para se fazerem as leituras das temperaturas suspendeu-se a agitação da panela e introduziu-se a totalidade da sonda do termómetro no recheio – cerca de 10 cm de profundidade – no centro da panela.

1.4. Metodologia da recolha de temperaturas durante o arrefecimento do recheio no carro normalizado e no produto

Depois de confeccionados, os recheios que são trabalhados a quente são transferidos para um carro normalizado, seguindo para a sala de produção. Foram realizados cinco ensaios para a medição das temperaturas do recheio durante a sua permanência na sala de produção, tendo sido utilizado o “Recheio de camarão”. As temperaturas foram lidas a intervalos regulares, desde o momento em que o recheio foi transferido para o carro normalizado, até ao momento em que se esgotou. Para se fazerem as leituras das temperaturas introduziu-se a sonda do termómetro a cerca de 10 cm de profundidade, no centro do carro do recheio. Paralelamente foi monitorizada a evolução da temperatura desse recheio no interior do produto. As temperaturas foram lidas também a intervalos regulares, no centro térmico do primeiro pastel produzido a partir de cada carro de recheio. As temperaturas foram registadas até ao momento em que o produto entra no túnel de congelação.

Para a análise dos dados foram efectuados cálculos estatísticos – como a média, o desvio-padrão da amostra (S), a recta de regressão linear e o coeficiente de correlação (r), erro padrão da média (EPM) e intervalo de confiança (IC) – tendo sido utilizado o programa Microsoft® Excel.

2. Resultados

2.1. Temperaturas registadas durante os processos de cozedura das matérias-primas

2.1.1. Cozedura da carne para produção de “Recheio de carne”

No final do processo de cozedura, a carne destinada à produção de “Recheio de carne” atingiu em média $81,3^{\circ}\text{C} \pm 6,9$. Durante o processo de cozedura, a carne atingiu temperaturas superiores a 70°C durante pelo menos 5 minutos nos ensaios 2 e 4, e durante pelo menos 10 minutos nos ensaios 1 e 5, sendo que no ensaio 5 as temperaturas foram superiores a 80°C durante os 10 minutos finais. No ensaio 3 não é possível determinar ao certo quanto tempo a temperatura esteve acima dos 70°C , apenas que a temperatura final atingida foi de $73,5^{\circ}\text{C}$ (Tabela 20, Anexo 2).

No Gráfico 1 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os cinco ensaios, bem como as temperaturas atingidas no final do processo. No Gráfico 2 é apresentada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para o processo de cozedura da carne, bem como o coeficiente de correlação. O coeficiente de correlação é um indicador da força da relação entre duas variáveis, neste caso, o tempo de cozedura e a temperatura atingida. Quanto mais próximo estiver o valor de r de +1 ou -1, mais forte é a relação entre as duas variáveis, sendo que um r igual a 0 indica que não há uma relação linear entre as variáveis em estudo. Para a cozedura da carne para “Recheio de carne”, r tem um valor aproximado de 0,96. Na Tabela 1 estão expostos os valores médios e respectivos desvios-padrão das temperaturas atingidas nos cinco ensaios, para cada medição efectuada. O desvio padrão é uma medida de dispersão de valores, dando uma indicação de quão perto as observações estão da sua média; pode ser utilizado para calcular o intervalo de referência, onde se situa a maioria dos valores observados. O valor mínimo de desvio-padrão é de $2,81^{\circ}\text{C}$ e o máximo é de $9,24^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 3 pode-se observar a representação da curva da média das temperaturas do processo de cozedura da carne, bem como dos valores que definem o intervalo de confiança de 95% para a média de temperaturas, os chamados valores de confiança. Assim, podemos dizer com 95% de certeza que a temperatura média atingida durante o processo de cozedura da carne se situa dentro do intervalo de confiança (IC). Esse intervalo é calculado com base no erro padrão da média (EPM), que é um indicador de quão próximas são as médias da amostra e da população – neste caso, a proximidade da média das temperaturas registadas da média das temperaturas de todos os processos de cozedura da carne. Acaba por ser um indicador da precisão da média da amostra como estimativa da média da população.

Gráfico 1. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da carne para "Recheio de carne"

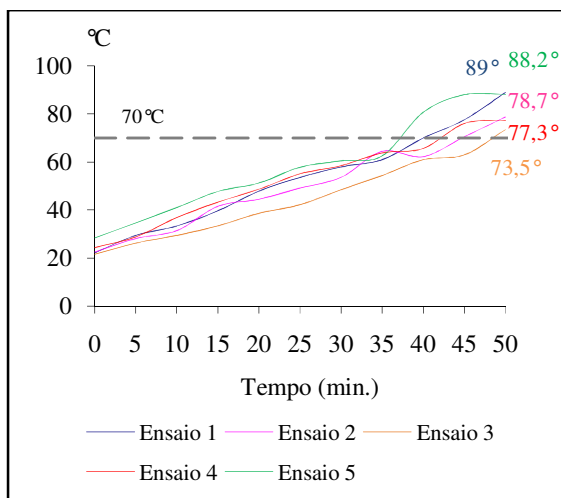


Gráfico 2. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da carne

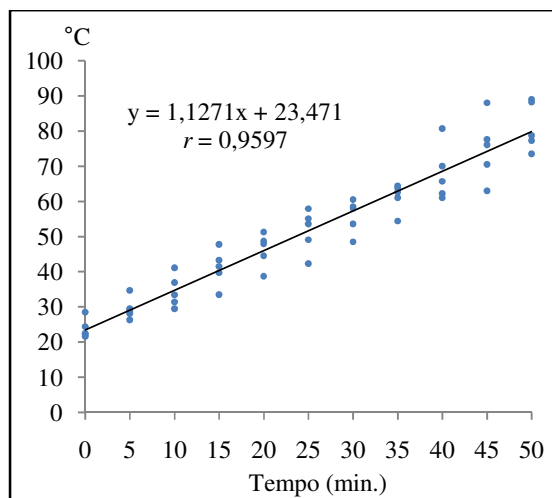


Gráfico 3. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da carne para "Recheio de carne"

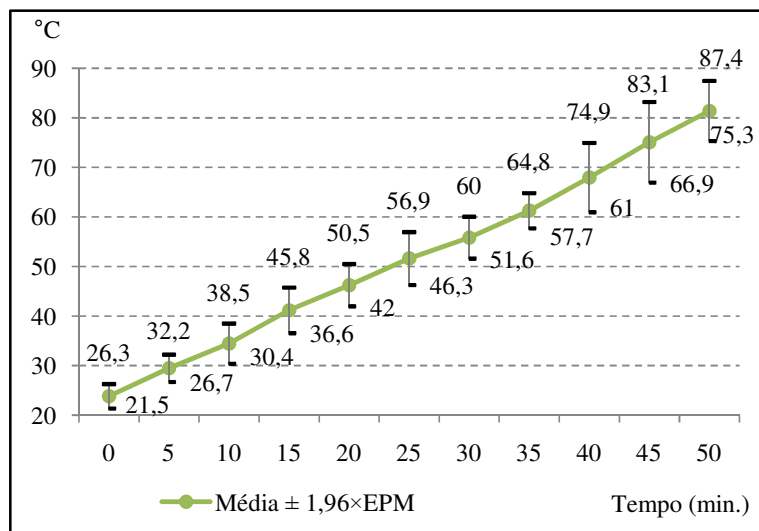


Tabela 1. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da carne para "Recheio de carne"

Minuto	Média (°C)	s
0	23,8	2,81
5	29,5	3,15
10	34,5	4,61
15	41,2	5,23
20	46,2	4,86
25	51,6	6,10
30	55,8	4,80
35	61,2	4,04
40	67,9	7,96
45	75,0	9,24
50	81,3	6,90

2.1.2. Cozedura da carne para “Croquetes”

No final do processo de cozedura da carne destinada à preparação de “Croquetes”, os pedaços de carne atingiram em média os $92,1^{\circ}\text{C} \pm 1,62$. Durante a cozedura, a carne atingiu uma temperatura interna superior a 70°C durante pelo menos 30 minutos nos ensaios 1 e 3, e durante pelo menos 45 minutos nos ensaios 2, 4 e 5. Em todos os ensaios foram registadas temperaturas internas superiores a 80°C durante pelo menos 15 minutos (Tabela 21, Anexo 2).

No Gráfico 4 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os cinco ensaios da cozedura da carne para croquetes, com a indicação das temperaturas atingidas no final do processo. No Gráfico 5 é possível observar a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura, sendo o valor de r cerca de 0,93. Na Tabela 2 são indicados os valores médios dos cinco ensaios das temperaturas registadas em cada medição, bem como os correspondentes desvios-padrão, com o valor mínimo de $1,62^{\circ}\text{C}$ e o valor máximo de $6,22^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 6 está representada a curva da média das temperaturas do processo de cozedura da carne para croquetes, assim como os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 4. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da carne para "Croquetes"

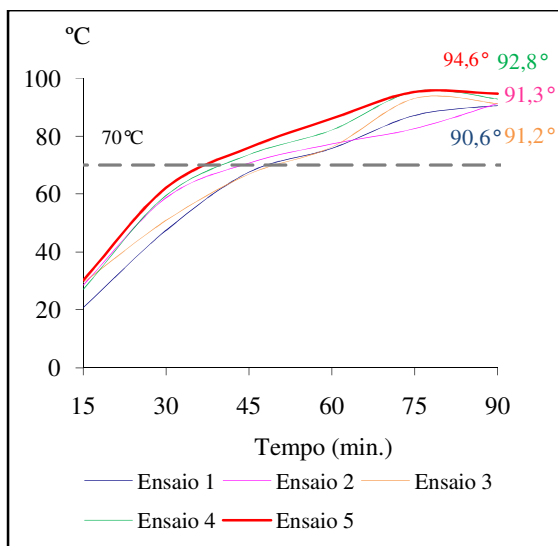


Gráfico 5. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da carne

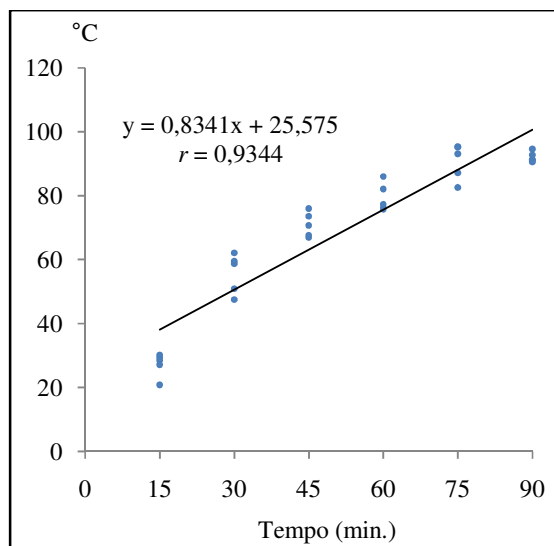


Gráfico 6. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da carne para "Croquetes"

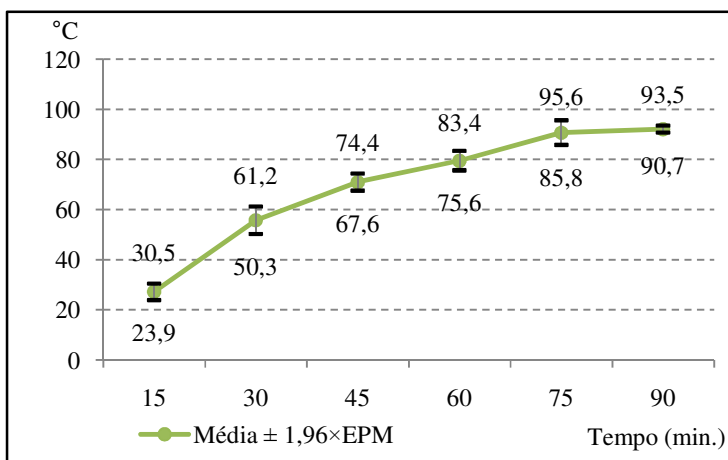


Tabela 2. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da carne para “Croquetes”

Minuto	Média (°C)	s
15	27,2	3,76
30	55,7	6,22
45	71,0	3,88
60	79,5	4,41
75	90,7	5,61
90	92,1	1,62

2.1.3. Cozedura da galinha para “Recheio de galinha”

No final do processo de cozedura, o centro térmico das coxas de galinha destinadas à produção de “Recheio de galinha” atingiu uma temperatura média de $97,8^{\circ}\text{C} \pm 1,61$. Durante a cozedura, foram registadas temperaturas superiores a 77°C durante pelo menos 60 minutos nos ensaios 1, 3, 4, e 5, e durante pelo menos 45 minutos no ensaio 2; foram registadas temperaturas internas superiores a 90°C durante pelo menos 30 minutos em todos os ensaios (Tabela 22, Anexo 2).

No Gráfico 7 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os ensaios realizados, e são indicadas as temperaturas que foram atingidas no final do processo. No Gráfico 8 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para o processo de cozedura da carne de galinha, sendo o valor de r cerca de 0,92. Na Tabela 3 são indicados os valores médios e os respectivos desvios-padrão das temperaturas atingidas nos cinco ensaios para cada medição efectuada; os valores dos desvios-padrão variam entre $0,63^{\circ}\text{C}$ e $7,92^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 9 está figurada a curva da temperatura média do processo de cozedura da galinha, juntamente com os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 7. Perfil de tempo/temperatura da cozedura da galinha

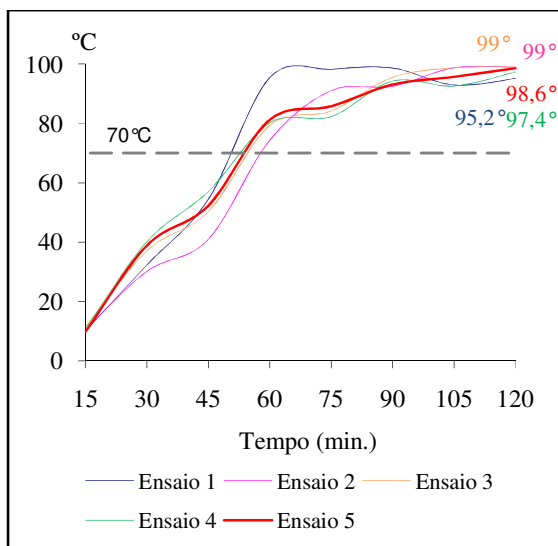


Gráfico 8. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura da galinha

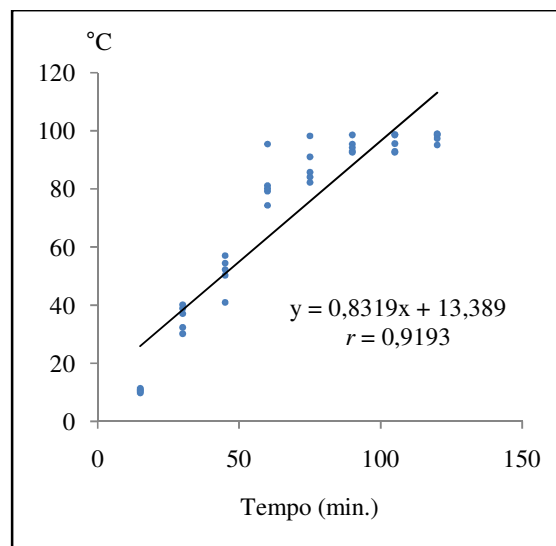


Gráfico 9. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura da galinha

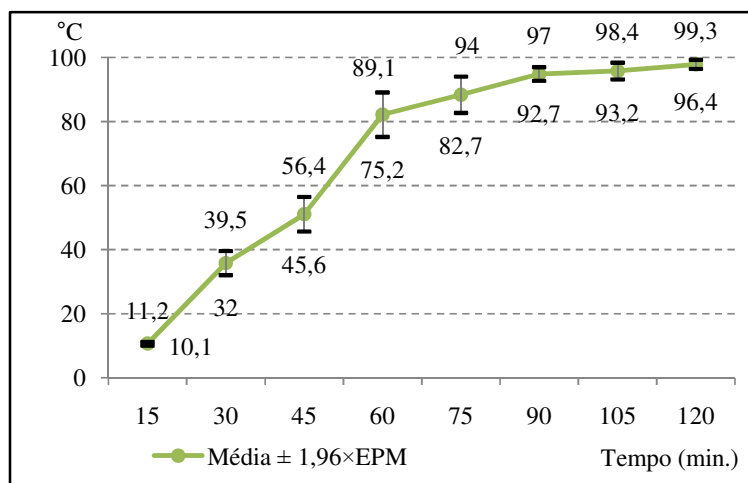


Tabela 3. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura da galinha

Minuto	Média (°C)	s
15	10,6	0,63
30	35,8	4,29
45	51,0	6,16
60	82,1	7,92
75	88,3	6,46
90	94,8	2,43
105	95,8	2,98
120	97,8	1,61

2.1.4. Cozedura do camarão para “Recheio de camarão”

O camarão destinado à produção de “Recheio de camarão” é utilizado congelado. No final do processo de cozedura atingiu em média uma temperatura de $76,2^{\circ}\text{C} \pm 1,69$ no seu centro térmico. Durante a cozedura são mantidas temperaturas superiores a 63°C durante pelo menos 10 minutos, e iguais ou superiores a 73°C durante pelo menos 5 minutos, em todos os ensaios (Tabela 23, Anexo 2).

No Gráfico 10 é possível observar as curvas das temperaturas atingidas durante a cozedura do camarão, bem como as temperaturas atingidas no final de cada ensaio. No Gráfico 11 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura, sendo o valor de r cerca de 0,96. Na Tabela 4 são apresentados os valores da média das temperaturas registadas nos cinco ensaios, assim como os valores dos desvios-padrão; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,90^{\circ}\text{C}$ e o valor máximo é de $2,47^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 12 pode-se observar a curva da média das temperaturas do processo de cozedura do camarão, e os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 10. Perfil de tempo/temperatura da cozedura do camarão

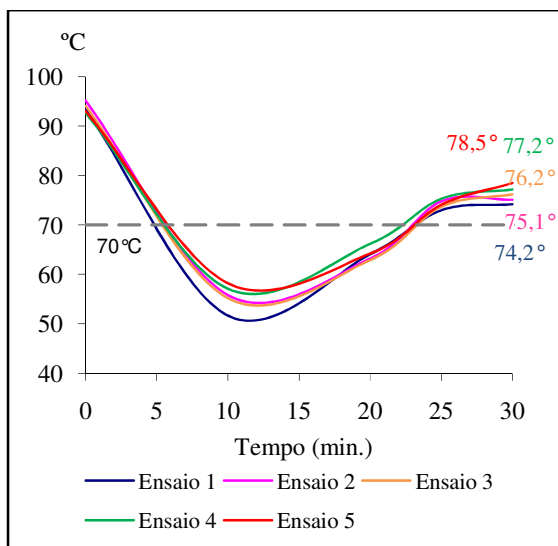


Gráfico 11. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura do camarão

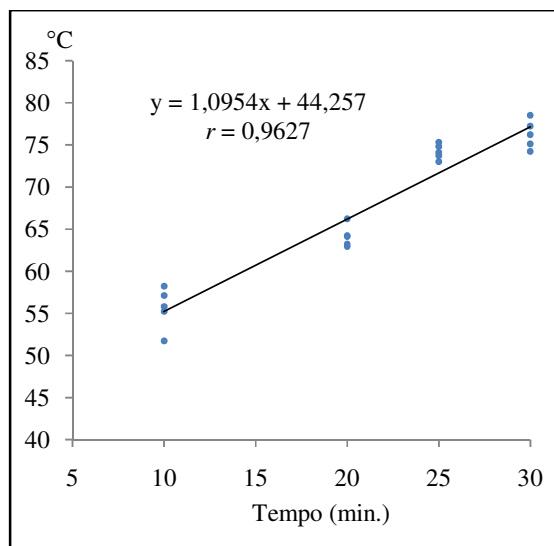


Gráfico 12. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura do camarão

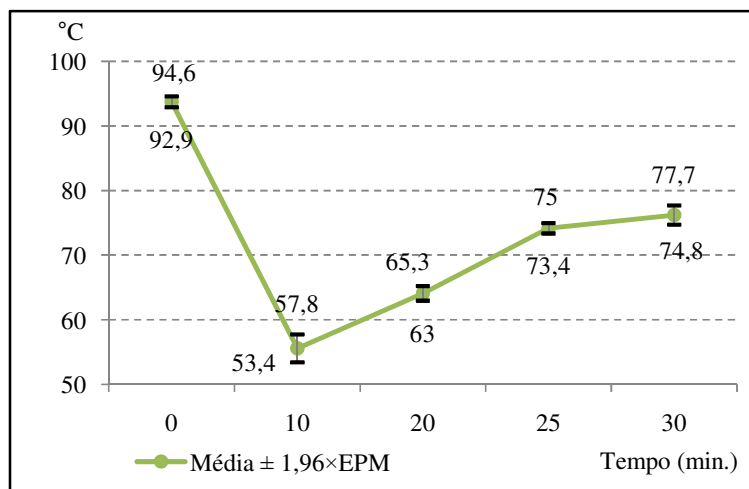


Tabela 4. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura do camarão

Minuto	Média (°C)	s
0	93,7	0,95
10	55,6	2,47
20	64,1	1,29
25	74,2	0,90
30	76,2	1,69

2.1.5. Cozedura do bacalhau para “Pastéis de bacalhau”

A média das temperaturas registadas no centro térmico dos pedaços de bacalhau no final do processo de cozedura é de $79,5^{\circ}\text{C} \pm 1,69$. Em todos os ensaios foram registadas temperaturas superiores a 71°C durante pelo menos 5 minutos, sendo que nos ensaios 3, 4 e 5 se registaram temperaturas superiores a 73°C durante pelo menos 5 minutos (Tabela 24, Anexo 2).

No Gráfico 13 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante a cozedura do bacalhau, bem como as temperaturas atingidas no final de cada ensaio. No Gráfico 14 é apresentada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura durante a cozedura do bacalhau, sendo o valor de r cerca de 0,96. Na Tabela 5 são indicados os valores de temperatura que representam a média dos cinco ensaios, assim como os valores dos desvios-padrão para cada medição; os valores dos desvios-padrão variam entre os $0,83^{\circ}\text{C}$ e $3,10^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 15 está representada a curva da média das temperaturas do processo de cozedura do bacalhau, bem como os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 13. Perfil de tempo/temperatura da cozedura do bacalhau

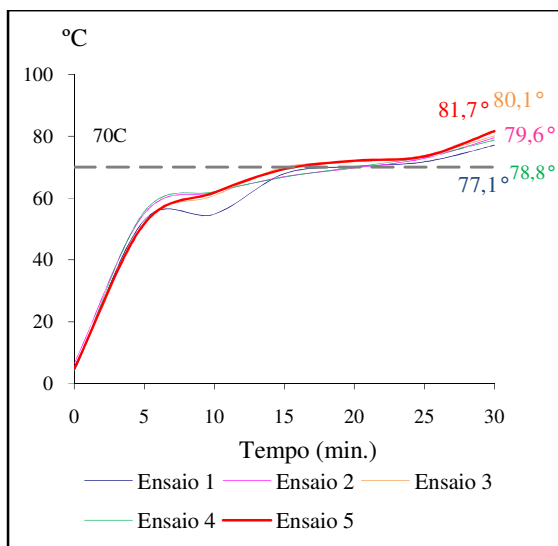


Gráfico 14. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura do bacalhau

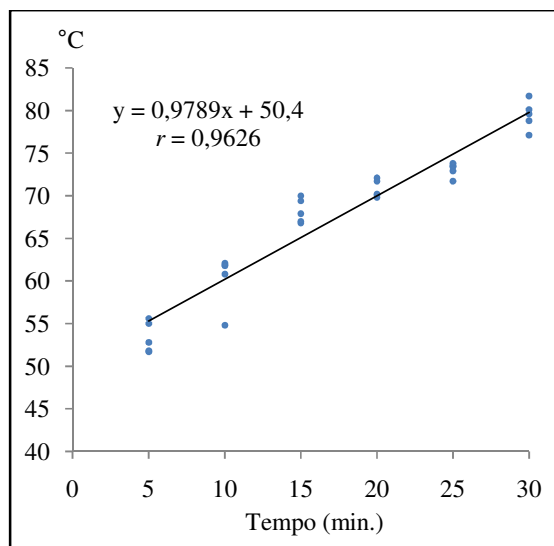


Gráfico 15. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura do bacalhau

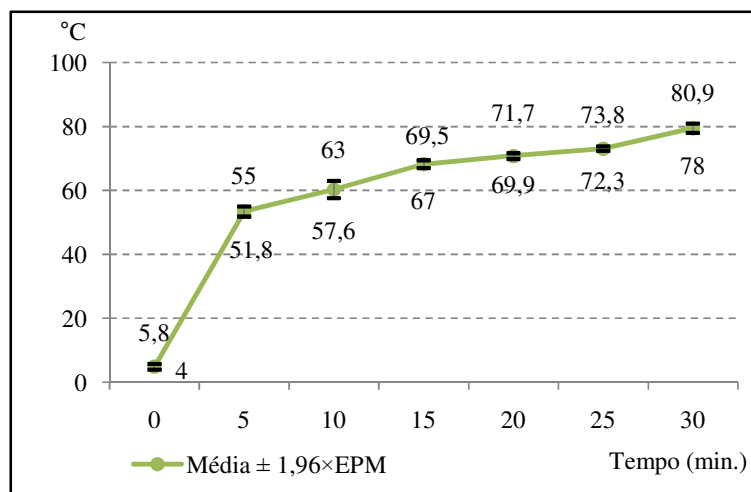


Tabela 5. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura do bacalhau

Minuto	Média (°C)	s
0	4,9	1,03
5	53,4	1,82
10	60,3	3,10
15	68,2	1,43
20	70,8	1,04
25	73,1	0,83
30	79,5	1,69

2.1.6. Cozedura dos vegetais para “Recheio de vegetais”

No final do processo de cozedura, os vegetais atingiram em média os $99,4^{\circ}\text{C} \pm 0,78$. Em ambos os ensaios foram registadas temperaturas superiores a 90°C durante pelo menos 15 minutos (Tabela 25, Anexo 2).

No Gráfico 16 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os ensaios realizados, e são indicadas as temperaturas que foram atingidas no final dos processos de cozedura dos vegetais. No Gráfico 17 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para este processo, sendo o valor de r cerca de 0,92. Na Tabela 6 são indicados os valores médios das temperaturas atingidas nos cinco ensaios e os respectivos desvios-padrão para cada medição efectuada; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,49^{\circ}\text{C}$ e o máximo é de $3,04^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 18 está figurada a curva da média das temperaturas do processo de cozedura dos vegetais, juntamente com os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 16. Perfil de tempo/temperatura da cozedura dos vegetais

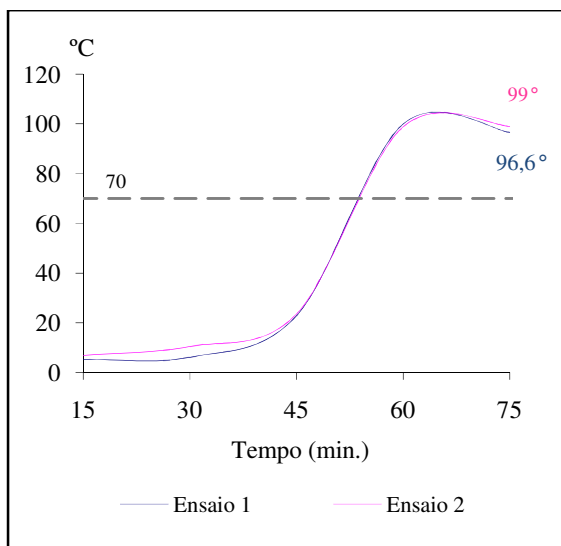


Gráfico 17. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da cozedura dos vegetais

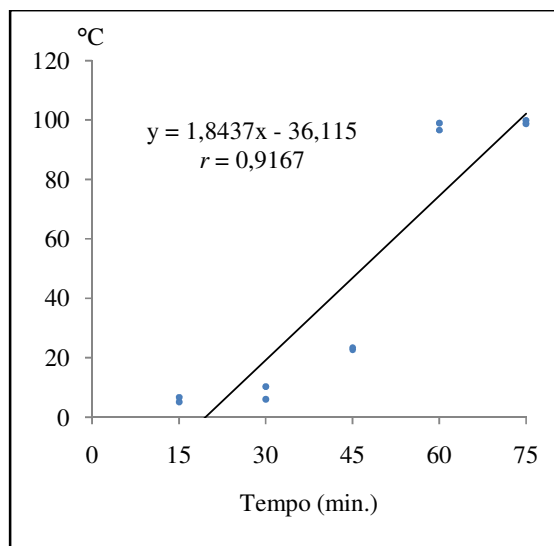


Gráfico 18. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a cozedura dos vegetais

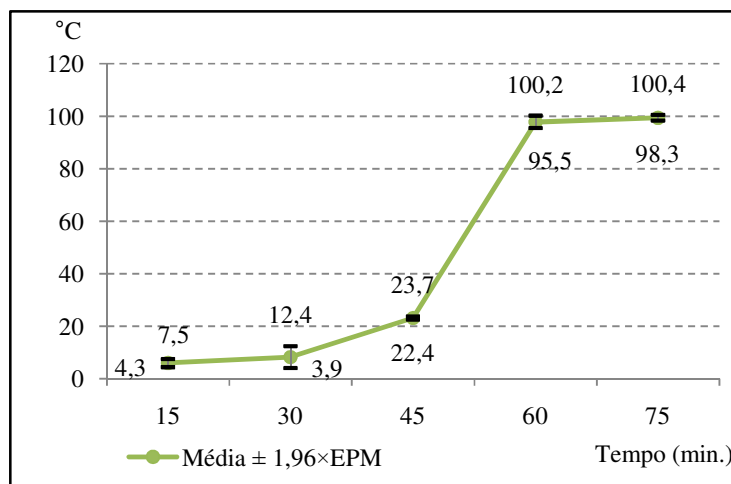


Tabela 6. Média e desvios-padrão da temperatura de cozedura dos vegetais

Minuto	Média (°C)	s
15	5,9	1,13
30	8,2	3,04
45	23,1	0,49
60	97,8	1,70
75	99,4	0,78

2.2. Temperaturas registadas durante a confecção dos recheios

2.2.1. Confecção do “Recheio de carne”

Durante a confecção do “Recheio de carne”, após a adição da carne ao creme bechamel houve uma ligeira diminuição da temperatura da mistura. No final do processo de confecção, o recheio atingiu em média uma temperatura de $83,3^{\circ}\text{C} \pm 1,03$. Em todos os ensaios a temperatura manteve-se superior a 79°C durante os 5 minutos (Tabela 26, Anexo 2).

No Gráfico 19 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os ensaios realizados, e são indicadas as temperaturas que foram atingidas no final do processo. No Gráfico 20 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para a confecção do recheio de carne, sendo o valor de r cerca de 0,79. Na Tabela 7 são indicados os valores médios das temperaturas atingidas nos cinco ensaios e os respectivos desvios-padrão para cada medição efectuada; os valores dos desvios-padrão variam entre $0,61^{\circ}\text{C}$ e $1,13^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 21 está figurada a curva da média das temperaturas na confecção do recheio de carne, e também os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 19. Perfil de tempo/temperatura da confecção do “Recheio de carne”

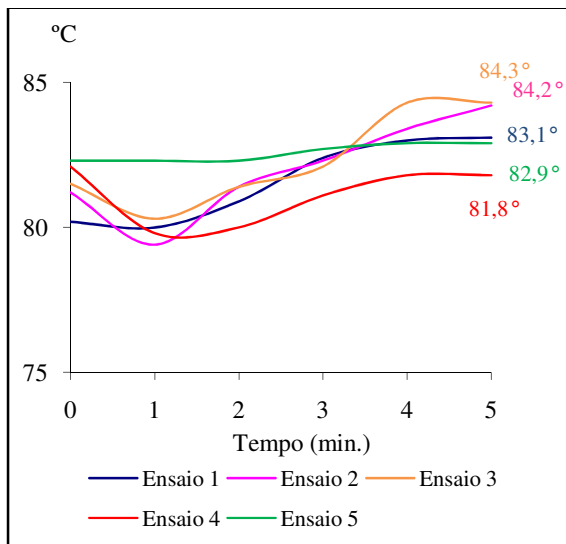


Gráfico 20. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do “Recheio de carne”

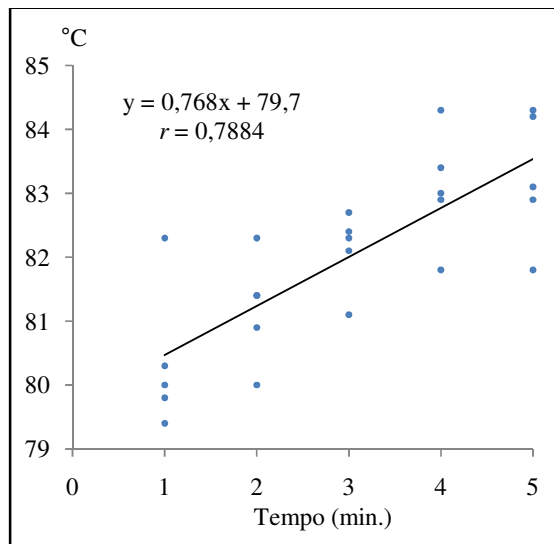


Gráfico 21. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do “Recheio de carne”

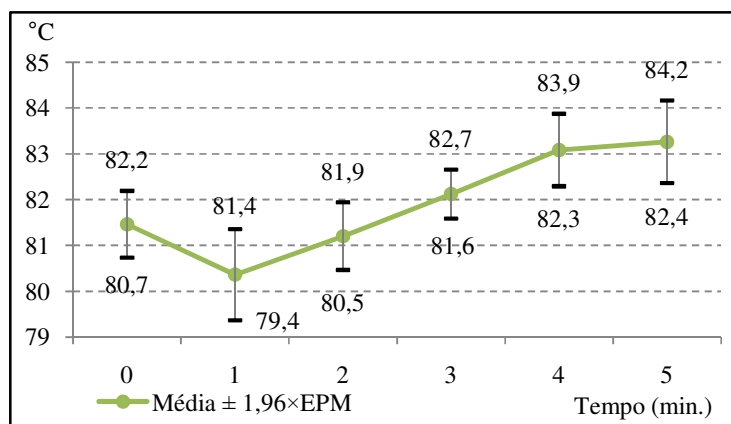


Tabela 7. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do “Recheio de carne”

Minuto	Média (°C)	s
0	81,5	0,83
1	80,4	1,13
2	81,2	0,84
3	82,1	0,61
4	83,1	0,90
5	83,3	1,03

2.2.2. Confecção do recheio para “Croquetes”

No final da confecção, o recheio para croquetes atingiu uma temperatura média de $78,4^{\circ}\text{C} \pm 3,92$. Em todos os ensaios foi registada uma ligeira diminuição da temperatura do recheio após a introdução da carne, tendo esta diminuição sido maior no caso do ensaio 1. No decorrer dos ensaios 2, 3, 4 e 5 a temperatura manteve-se superior a 70°C durante os 5 minutos de cozedura. No ensaio 1 registaram-se temperaturas superiores a 72°C durante pelo menos dois minutos, tendo sido registada uma temperatura final de $75,3^{\circ}\text{C}$ (Tabela 27, Anexo 2).

No Gráfico 22 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os cinco ensaios, bem como as temperaturas atingidas no final da confecção do recheio. No Gráfico 23 é apresentada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para este processo, bem como o r , que tem um valor aproximado de 0,70. Na Tabela 8 são expostos os valores médios e os respectivos desvios-padrão das temperaturas atingidas nos cinco ensaios, para cada medição efectuada; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,36^{\circ}\text{C}$ e o máximo é de $5,21^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 24 pode-se observar a representação da curva da média das temperaturas do processo de cozedura da carne, e dos valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 22. Perfil de tempo/temperatura da confecção da massa para "Croquetes"

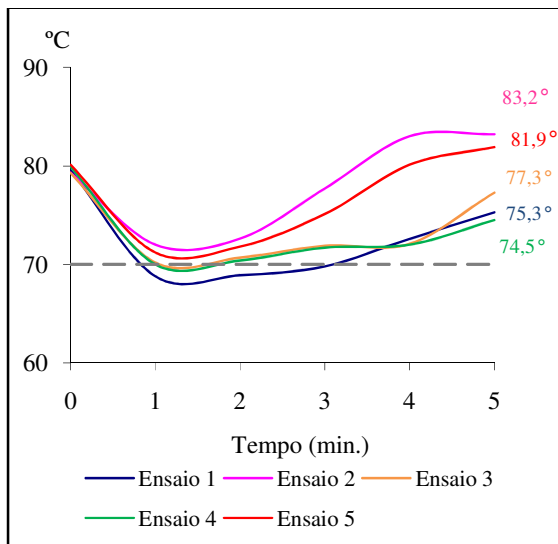


Gráfico 23. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção da massa para "Croquetes"

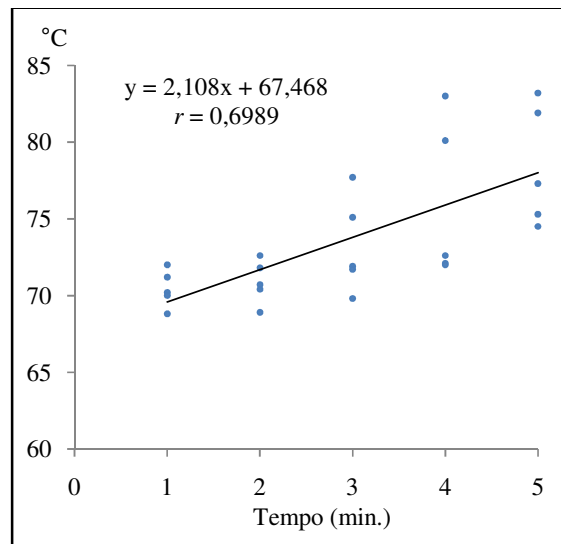


Gráfico 24. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção da massa para "Croquetes"

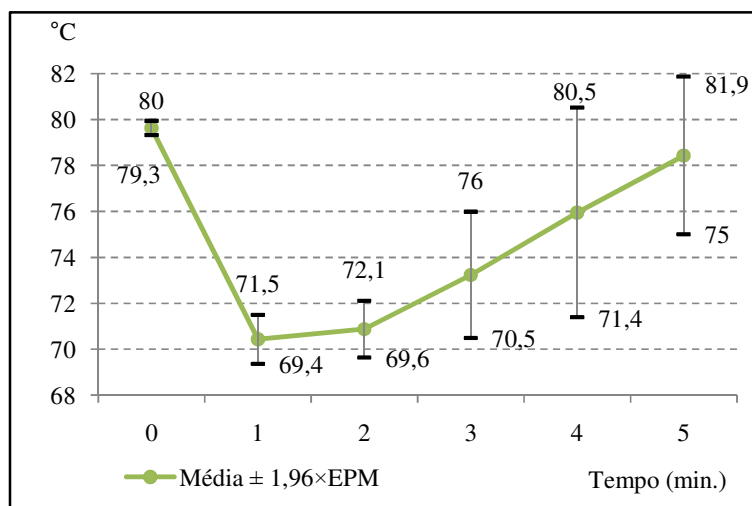


Tabela 8. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção da massa para “Croquetes”

Minuto	Média (°C)	s
0	79,6	0,36
1	70,4	1,22
2	70,9	1,41
3	73,2	3,14
4	76,0	5,21
5	78,4	3,92

2.2.3. Confecção do “Recheio de galinha”

No final do processo de confecção do “recheio de galinha”, foi atingida uma temperatura média de $73,6^{\circ}\text{C} \pm 0,72$. Após a junção da galinha desfiada ao molho bechamel observou-se uma diminuição da temperatura do recheio na ordem dos $23,2^{\circ}\text{C}$, em média. No decorrer do processo, a temperatura permaneceu superior a 71°C durante pelo menos 4 minutos em todos os ensaios, sendo que nos ensaio 4 e 5 a temperatura permaneceu respectivamente 5 e 6 minutos superior a 71°C (Tabela 28, Anexo 2).

No Gráfico 25 é possível observar as curvas das temperaturas atingidas durante a confecção do recheio de galinha, bem como as temperaturas atingidas no final de cada ensaio. No Gráfico 26 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura, sendo o valor de r cerca de 0,93. Na Tabela 9 são apresentados os valores da média das temperaturas registadas nos cinco ensaios, assim como os valores dos desvios-padrão; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,72^{\circ}\text{C}$ e o valor máximo é de $2,61^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 27 pode-se observar a curva da média das temperaturas do processo de confecção deste recheio, juntamente com os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 25. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de galinha"

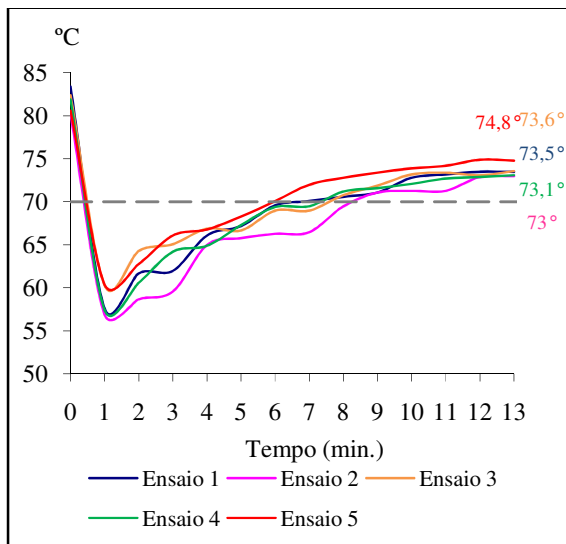


Gráfico 26. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do "Recheio de galinha"

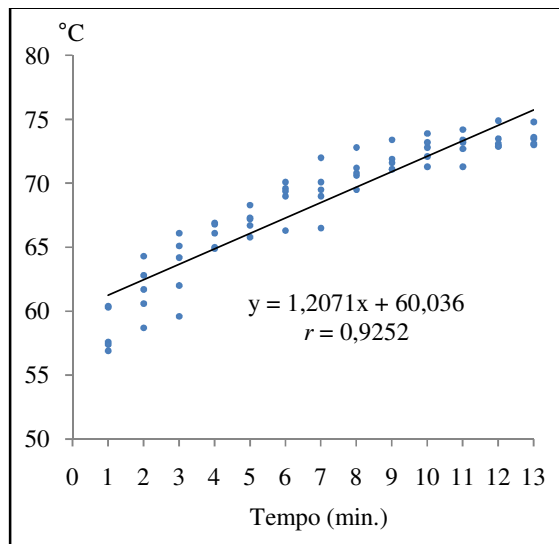


Gráfico 27. Curva da média das temperaturas e respectivo intervalo de confiança para a confecção do "Recheio de galinha"

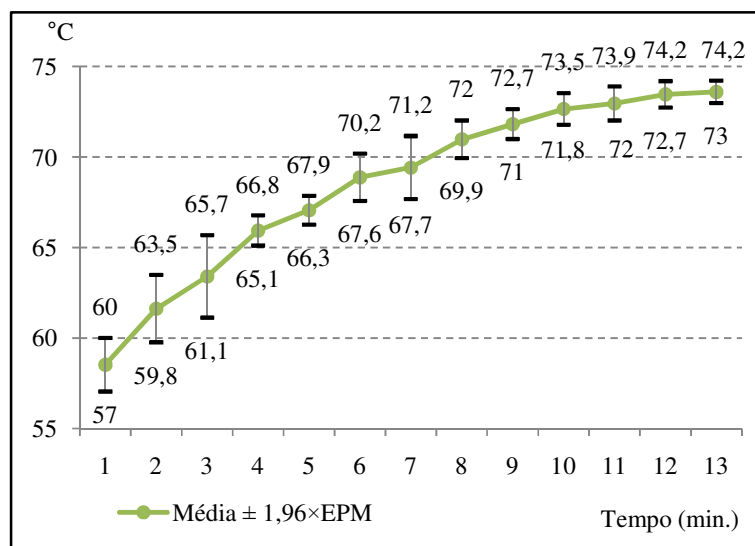


Tabela 9. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do “Recheio de galinha”

Minuto	Média (°C)	s
0	81,7	1,31
1	58,5	1,69
2	61,6	2,13
3	63,4	2,61
4	65,9	0,96
5	67,1	0,91
6	68,9	1,50
7	69,4	1,99
8	71,0	1,20
9	71,8	0,95
10	72,7	1,00
11	73,0	1,07
12	73,5	0,84
13	73,6	0,72

2.2.4. Confecção do “Recheio de camarão”

No final do período de confecção do “Recheio de camarão” foram atingidos em média $81,1^{\circ}\text{C} \pm 0,93$. É possível constatar que houve uma ligeira diminuição da temperatura do recheio após a junção do camarão picado, com a exceção do ensaio 4 em que não foi registada nenhuma diminuição de temperatura; em todos os casos a temperatura permaneceu os 5 minutos acima dos 78°C (Tabela 29, Anexo 2).

No Gráfico 28 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante os ensaios realizados, e são indicadas as temperaturas que foram atingidas no final do processo. No Gráfico 29 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para os ensaios de confecção do recheio de camarão, sendo o valor de r cerca de 0,46. Na Tabela 10 são indicados os valores médios das temperaturas atingidas nos cinco ensaios e os respectivos desvios-padrão para cada medição efectuada; os valores dos desvios-padrão variam entre $0,70^{\circ}\text{C}$ e $1,26^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 30 está figurada a curva da média das temperaturas para a confecção do recheio de camarão, bem como os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 28. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de camarão"

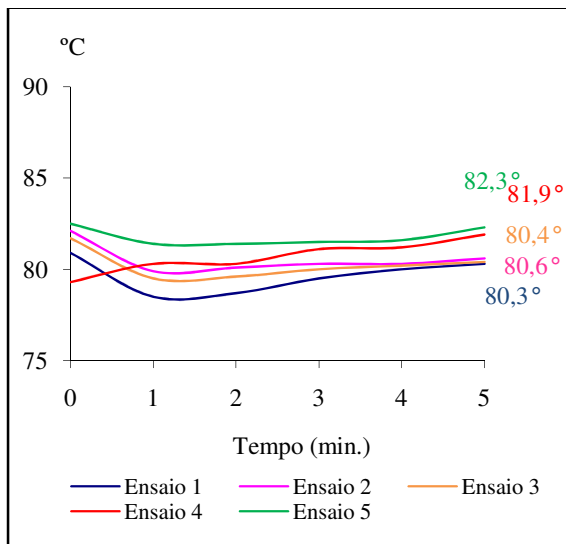


Gráfico 29. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura da confecção do "Recheio de camarão"

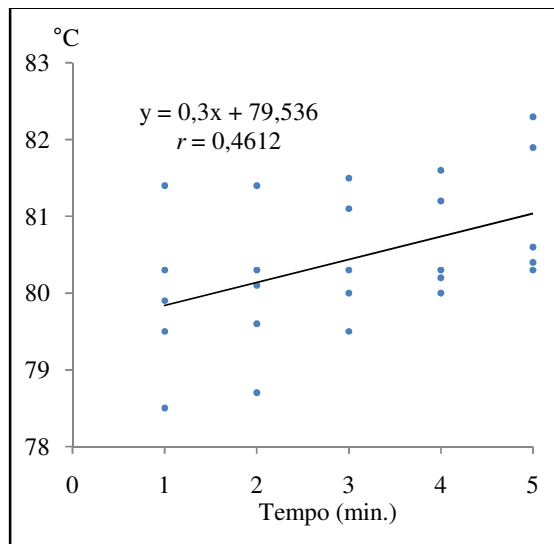


Gráfico 30. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do "Recheio de camarão"

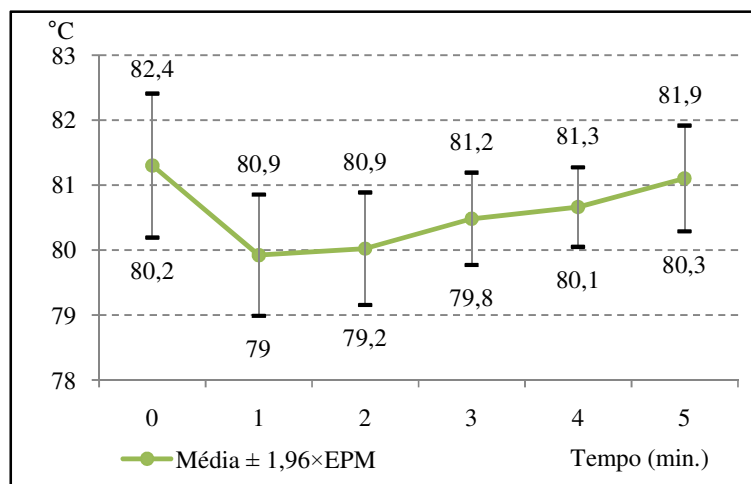


Tabela 10. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do “Recheio de camarão”

Minuto	Média (°C)	s
0	81,3	1,26
1	79,9	1,06
2	80,0	0,99
3	80,5	0,81
4	80,7	0,70
5	81,1	0,93

2.2.5. Confecção do “Recheio de vegetais”

No final do processo de confecção do recheio de vegetais foram atingidos em média $84,4^{\circ}\text{C} \pm 2,47$. Em ambos os ensaios foram mantidas temperaturas superiores a 70°C durante os 5 minutos de cozedura do recheio, sendo mesmo superiores a 80°C durante 4 minutos (Tabela 30, Anexo 2).

No Gráfico 31 estão representadas as curvas das temperaturas atingidas durante a confecção do recheio de vegetais, bem como as temperaturas atingidas no final de cada ensaio. No Gráfico 32 é apresentada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura durante a confecção do recheio, sendo o valor de r cerca de 0,25. Na Tabela 11 são indicados os valores de temperatura que representam a média dos cinco ensaios, assim como os valores dos desvios-padrão para cada medição; os valores dos desvios-padrão variam entre $1,77^{\circ}\text{C}$ e $2,83^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 33 está representada a curva da temperatura média da confecção deste recheio, e também os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 31. Perfil de tempo/temperatura da confecção do "Recheio de vegetais"

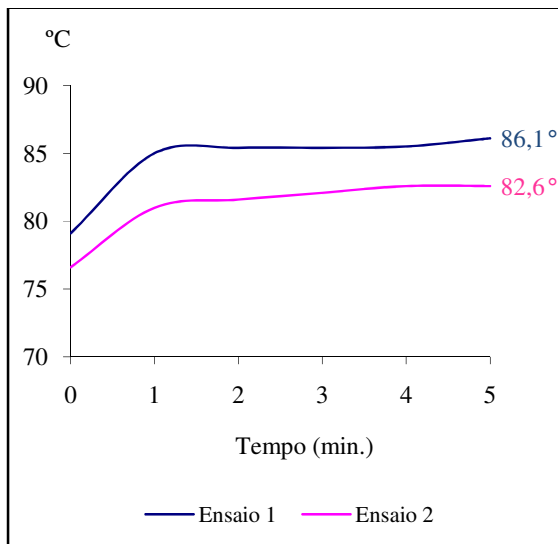


Gráfico 32. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura na confecção do "Recheio de vegetais"

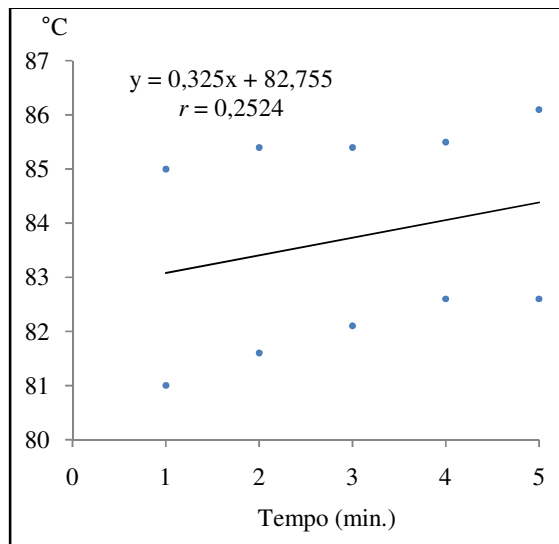


Gráfico 33. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para a confecção do "Recheio de vegetais"

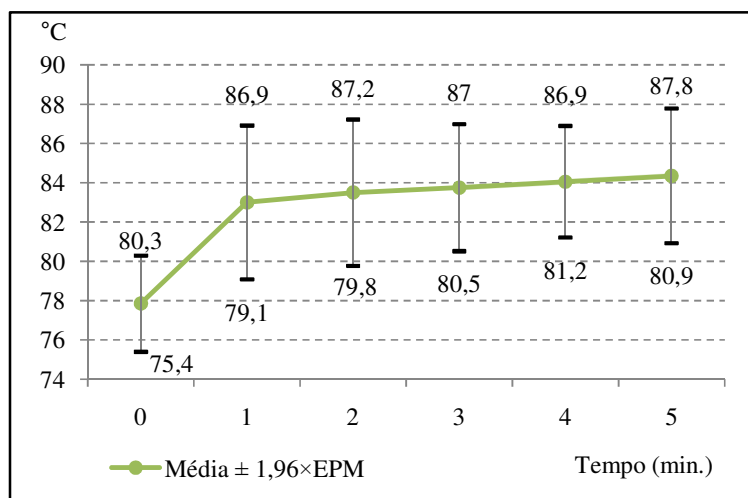


Tabela 11. Média e desvios-padrão da temperatura de confecção do “Recheio de vegetais”

Minuto	Média (°C)	s
0	77,9	1,77
1	83,0	2,83
2	83,5	2,69
3	83,8	2,33
4	84,1	2,05
5	84,4	2,47

2.3. Temperaturas registadas durante o arrefecimento do recheio de camarão

2.3.1. Arrefecimento do recheio no carro normalizado

Em média, o recheio contido no carro normalizado atinge uma temperatura de $52,5^{\circ}\text{C} \pm 2,87$, antes de ser utilizado na totalidade. Em todos os ensaios, o tempo de permanência abaixo dos 60°C foi no máximo de 15 minutos, tendo sido provavelmente inferior em alguns ensaios (Tabela 31, Anexo 2).

No Gráfico 34 estão representadas as curvas das temperaturas registadas durante o arrefecimento de cinco recheios, e são indicadas as temperaturas que os recheios apresentavam antes de serem esgotados a partir do carro normalizado. No Gráfico 35 está representada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para o arrefecimento do recheio, sendo o valor de r cerca de 0,74. Na Tabela 12 são indicados os valores médios das temperaturas registadas nos cinco ensaios e os respectivos desvios-padrão para cada medição efectuada; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,64^{\circ}\text{C}$ e o máximo é de $17,47^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 36 está figurada a curva da média das temperaturas do processo de arrefecimento do recheio no carro normalizado, bem como os valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 34. Perfil de tempo/temperatura do arrefecimento do recheio no carro normalizado

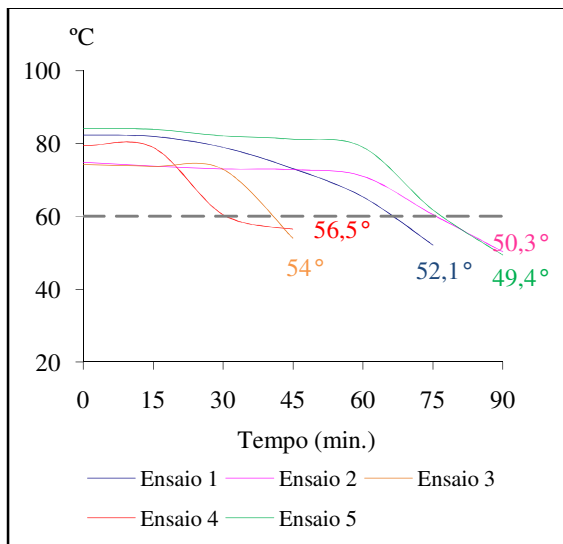


Gráfico 35. Recta de regressão linear e r do tempo e temperatura do arrefecimento do recheio no carro normalizado

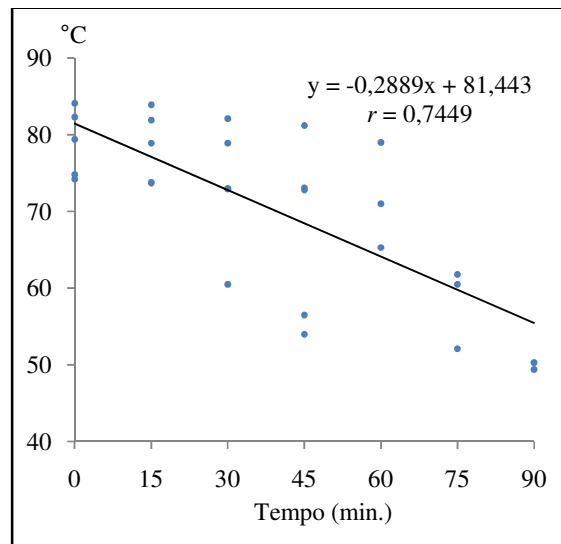


Gráfico 36. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para o arrefecimento do recheio no carro normalizado

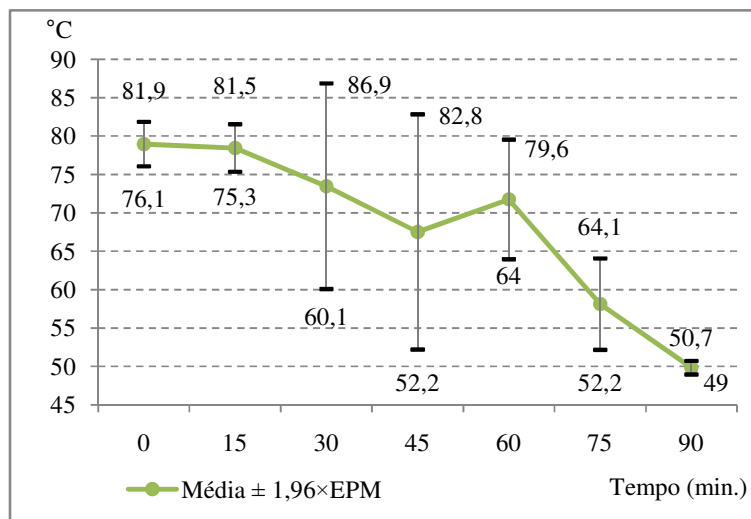


Tabela 12. Média e desvios-padrão da temperatura de arrefecimento do recheio no carro normalizado

Minuto	Média (°C)	s
0	79,0	3,32
15	78,4	3,54
30	73,5	15,27
45	67,5	17,47
60	71,8	6,88
75	58,1	5,27
90	49,9	0,64

2.3.2. Arrefecimento do recheio no produto

A temperatura foi medida no primeiro pastel confeccionado até ao momento da sua entrada no túnel de congelação. A temperatura final no produto atingiu em média os $22,2^{\circ}\text{C} \pm 1,54$, tendo permanecido no intervalo dos $60-10^{\circ}\text{C}$ durante 40 minutos nos ensaios 1, 3 e 4, e durante 35 minutos nos ensaios 2 e 5; a média do tempo de permanência em temperaturas entre os 60 e os 10°C é de $38 \pm 2,74$ minutos (Tabela 32, Anexo 2).

No Gráfico 37 estão representadas as curvas das temperaturas do recheio registadas durante os cinco ensaios, bem como as temperaturas atingidas antes da entrada do produto no túnel de congelação. No Gráfico 38 é apresentada a recta de regressão linear das variáveis tempo e temperatura para o arrefecimento do recheio no produto, bem como o r , que tem um valor aproximado de 0,91. Na Tabela 13 estão expostos os valores médios das temperaturas atingidas nos cinco ensaios, juntamente com os desvios-padrão, para cada medição efectuada; o valor mínimo de desvio-padrão é de $0,35^{\circ}\text{C}$ e o máximo é de $2,69^{\circ}\text{C}$. No Gráfico 39 pode-se observar a representação da curva da média das temperaturas para o arrefecimento do recheio no produto, e também dos valores de confiança para um IC de 95% para a temperatura média.

Gráfico 37. Perfil de tempo/temperatura do arrefecimento do recheio no produto

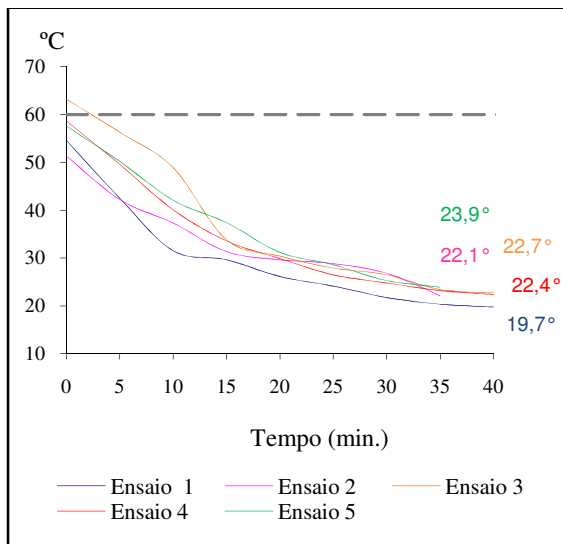


Gráfico 38. Recta de regressão e linear e r do tempo e temperatura do arrefecimento do recheio no produto

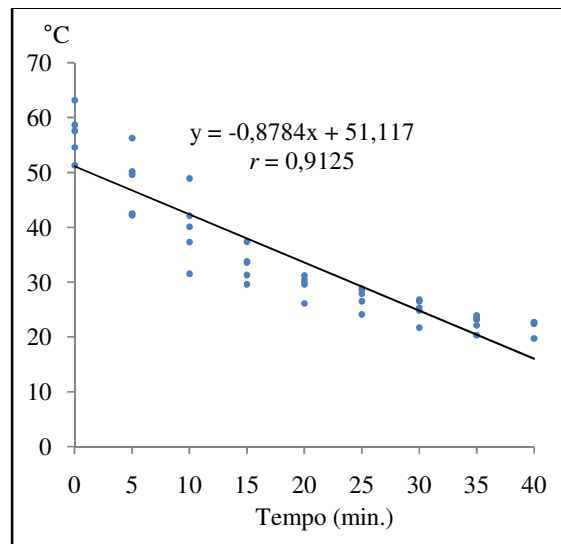


Gráfico 39. Curva da média das temperaturas e valores de confiança para o arrefecimento do recheio no produto

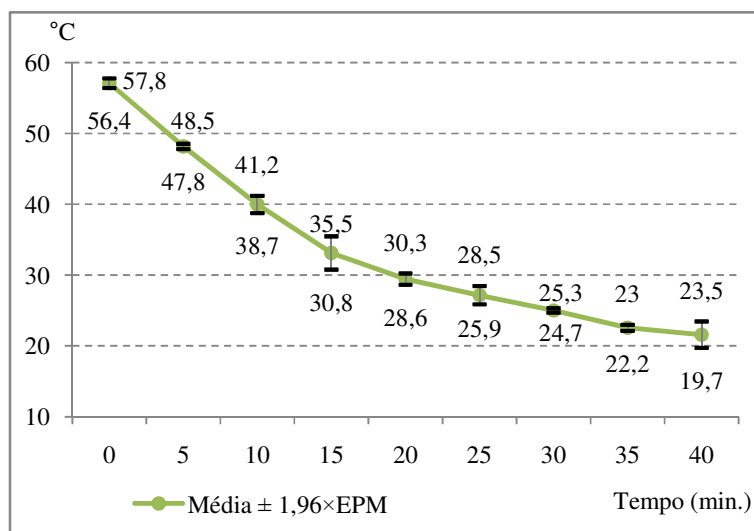


Tabela 13. Média e desvios-padrão da temperatura de arrefecimento do recheio no produto

Minuto	Média (°C)	<i>s</i>
0	57,1	0,78
5	48,2	0,42
10	40,0	1,41
15	33,1	2,69
20	29,4	0,92
25	27,2	1,48
30	25,0	0,35
35	22,6	0,49
40	21,6	1,65

Se for considerado que, durante o arrefecimento do recheio no carro normalizado, o produto ficou durante 15 minutos a uma temperatura inferior a 60°C em todos os ensaios, e se a este valor adicionarmos os $38 \pm 2,74$ minutos – que corresponde à media do tempo que o recheio esteve a uma temperatura entre os 60°C e os 10°C no produto – temos que o tempo total de permanência do recheio a temperaturas entre os 60 e os 10°C durante todo o arrefecimento é, em média, de $53 \pm 2,74$ minutos.

3. Discussão / Conclusão

Os produtos de pastelaria salgada são produtos compostos, resultando de uma combinação de diferentes tipos de ingredientes. Estes produtos apresentam a complexidade acrescida da ecologia microbiana dos diferentes componentes, quando comparados com produtos constituídos por um único componente (IFT, 2001). Outra característica dos produtos combinados com influência na sua segurança microbiológica, é o facto de frequentemente serem muito manipulados por operadores, o que resulta num aumento da possibilidade de contaminação microbiana (IFT, 2001). Os perigos microbiológicos associados aos produtos compostos estão grandemente dependentes dos alimentos a partir dos quais são fabricados (IFT, 2001; ICMSF, 2002). A segurança microbiológica dos alimentos é também assegurada através de outros factores, como o controlo na origem, o planeamento do produto e controlo dos processos, bem como pela aplicação de boas práticas de higiene e da metodologia HACCP durante a produção, processamento, distribuição, armazenamento, venda, preparação e utilização. Um sistema preventivo garante muito mais controlo do que a análise do produto final (ICMSF, 2002).

De um modo geral, no final dos processos de cozedura das matérias-primas foram atingidos em média 86,3°C; no final do processo de confecção dos diferentes recheios foram atingidos em média 79,6°C. Em ambas as situações, as temperaturas atingidas são inferiores a 100°C, pelo que os processos se podem considerar equivalentes a um tratamento de pasteurização. As células vegetativas dos microrganismos são destruídas a temperaturas ligeiramente superiores à temperatura máxima que permite o seu crescimento (Legarreta, 2006). Assim, o principal objectivo da pasteurização de produtos alimentares é a destruição das formas vegetativas dos microrganismos potencialmente patogénicos que possam estar presentes nesses produtos (ICMSF, 1980; FDA/CFSAN, 2000).

De entre os diferentes perigos microbiológicos, as bactérias são geralmente os microrganismos mais resistentes, e deverão ser por isso o foco principal dos processos de conservação (FDA/CFSAN, 2000). Quando se desenvolve e implementa um processo térmico, este tem como objectivo destruir um determinado microrganismo-alvo ou grupo de microrganismos potencialmente patogénicos. No mínimo, o processamento térmico deverá eliminar todas as formas vegetativas de microrganismos potencialmente patogénicos que estejam nos alimentos, como sejam *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni* e *Escherichia coli* O157:H7 (FSAI, 2006). Para cada microrganismo existe um tempo requerido para destruir 90% da população microbiana, o que equivale a uma redução logarítmica. Esse é o tempo de redução decimal, também conhecido como valor D (Forsythe, 2000). Um outro valor que pode ser útil no cálculo do tratamento térmico a aplicar é o valor z,

que traduz o aumento de temperatura necessário para aumentar a taxa de mortalidade em 10 vezes ou, por outras palavras, reduzir o valor D 10 vezes (Forsythe, 2000). Assim, este valor vai permitir o cálculo da temperatura a atingir para se obter um tratamento com uma letalidade equivalente num décimo do tempo. Os valores de redução decimal (D) são geralmente relativamente pequenos para as células vegetativas que são normalmente o alvo dos processos de pasteurização. A *Listeria monocytogenes* é considerada como sendo o microrganismo patogénico não formador de esporos, com origem alimentar, com maior resistência térmica (FSAI, 2006). Logo, as formas vegetativas dos restantes microrganismos patogénicos não produtores de esporos, tais como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio* spp. e *Escherichia coli* O157:H7, que possam estar presentes nos alimentos, deverão ser também destruídas por um processo térmico que garanta a destruição de *L. monocytogenes* (FSAI, 2006). Manter a temperatura interna de um produto a 70°C durante pelo menos dois minutos é um binómio tempo/temperatura reconhecido como sendo suficiente para gerar produtos alimentares seguros (Forsythe, 2000; FSA, 2005). Adicionalmente, 2 minutos a 70°C garantem geralmente uma redução em 6 unidades logarítmicas na população de *Listeria monocytogenes* (FSAI, 2006). Na maioria dos casos, outros microrganismos que não bactérias serão igualmente destruídos antes ou conjuntamente com as bactérias potencialmente patogénicas ou deteriorantes; no entanto, no planeamento de processos para inactivar todos os microrganismos potencialmente patogénicos, deverá ser também considerada a resistência térmica de outros microrganismos que podem multiplicar-se ou estar presentes nos alimentos, tais como leveduras, bolores, parasitas e protozoários (FDA/CFSAN, 2000).

3.1. Recheio de carne e croquetes

No Quadro 1 são enumerados alguns microrganismos potencialmente patogênicos possivelmente associados aos ingredientes deste recheio.

Quadro 1. Microrganismos potencialmente patogênicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de carne e de croquetes*

Ingredientes	Microrganismos possivelmente presentes
Carne de bovino	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> ; Vírus da hepatite A; <i>Trichinella spiralis</i> , céstodes
Condimentos	<i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Farinha	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Margarina	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Polpa de tomate, vinho, molho inglês, óleo	Estes ingredientes são produtos que, em condições normais, apresentam pouco ou nenhum perigo microbiológico

*Fontes: ICMSF (1996); Forsythe (2000); IFT (2001).

Durante a cozedura da carne para croquetes, são atingidas temperaturas superiores a 72°C e 82°C, durante pelo menos 30 minutos e 15 minutos respectivamente, em todos os ensaios. Estas temperaturas ultrapassam a recomendação de confecção a 70°C durante dois minutos (Forsythe, 2000), conferindo provavelmente uma redução superior a 6 unidades logarítmicas na população de *L. monocytogenes* e, conseqüentemente, nas formas vegetativas potencialmente patogênicas que estejam presentes nas matérias-primas. Em relação à generalidade dos microrganismos deteriorantes, incluindo bolores e leveduras, alguns valores de resistência térmica disponíveis na literatura apontam para um valor D máximo de 3 minutos a 65,5°C, e um valor z máximo de 6,7°C, em alimentos pasteurizados (ICMSF, 1980). Considerando estes valores, é possível estimar que, se a temperatura for aumentada no valor de z (6,7°C), o tempo de redução decimal será 10 vezes menor; ou seja, a 72,2°C (65,5°C + 6,7°C) o valor D será de 0,3 minutos. Assim, se a carne permanecesse durante os 30 minutos a 72,2°C, o tratamento térmico seria capaz de produzir uma redução de cerca de 100 unidades logarítmicas nos microrganismos deteriorantes, no meio em que os valores de referência foram calculados (30 / 0,3); uma vez que as temperaturas atingidas durante esse tempo são superiores 72,2°C, a redução na população microbiana será provavelmente superior. No entanto, deve ser tido em conta que os valores de resistência térmica encontrados na literatura foram obtidos em condições experimentais, muitas vezes em meios tamponados ou em substratos com uma composição diferente dos utilizados no fabrico dos pastéis, e não

podem ser directamente aplicados aos processos térmicos em estudo. Ainda assim, podem ajudar a compreender quais os efeitos que as temperaturas alcançadas durante o processo de fabrico dos produtos analisados teriam sobre os microrganismos, nas condições em que foram testados. Se considerarmos o intervalo de confiança para a temperatura média do processo de cozedura da carne, podemos dizer com 95% de certeza que a temperatura nos últimos 15 minutos se vai situar entre os 85,8°C e os 93,5°C; assim é reforçada a ideia de que são atingidas temperaturas seguras durante a cozedura da carne, mesmo havendo alguma variabilidade no processo, demonstrada pelo desvio-padrão.

Já durante a confecção do recheio para croquetes, a temperatura mantém-se superior a 70°C durante os cinco minutos de confecção, com a excepção de um ensaio, em que apenas é possível constatar que a temperatura permanece superior a 68,8°C durante 4 minutos, e superior a 69,8°C durante dois minutos, atingindo uma temperatura de 75,3°C no final do processo. Considerando os valores de resistência térmica para *L. monocytogenes* encontrados na literatura – valor D de 4,2 minutos a 62°C e valor z de 5,98°C, em carne (Forsythe, 2000) – é possível calcular que 4 minutos a 68°C ($62^{\circ}\text{C} + z$) confeririam mais de 9 reduções logarítmicas na população de *L. monocytogenes* no mesmo substrato ($4 / 0,42 = 9,5$). Para além disso, uma vez atingidos os 75°C os tempos de redução decimal para a generalidade das formas vegetativas de microrganismos patogénicos é muito reduzido. Uma vez alcançada essa temperatura, são necessários apenas 26 segundos para conseguir uma redução em 6 ciclos logarítmicos na população de *L. monocytogenes* (FSAI, 2006). Logo, assume-se que um processo em que o produto atinja os 75°C tem a mesma eficácia de um processo em que se mantenham os 70°C por dois minutos (FSA, 2005; FSAI, 2006). Analisando os valores de confiança para a temperatura média de confecção do recheio de croquetes, podemos afirmar com 95% de certeza que durante os últimos 3 minutos do processo a temperatura média será superior a 70,5°C.

Durante a confecção da carne para recheio de carne acontece algo semelhante, já que são atingidas temperaturas superiores a 70°C durante pelo menos os últimos cinco minutos. Há no entanto uma excepção, o ensaio 3, em que apenas é possível constatar que foram atingidos mais de 63°C durante esse tempo, tendo a temperatura final atingida sido de 73,5°C (Tabela 20, Anexo 2). A 73°C são necessários 48 segundos para reduzir em 6 unidades logarítmicas a população de *L. monocytogenes* (FSAI, 2006). Apesar de não ser possível ter a certeza de que a carne permanece a 73°C durante 48 segundos, esta vai sofrer um novo tratamento térmico durante a confecção do recheio. Neste processo, são atingidas temperaturas superiores a 80°C durante pelo menos 4 minutos em todos os ensaios, o que garante a redução das formas vegetativas dos microrganismos potencialmente patogénicos

para níveis seguros. Para além disso, podemos constatar que o intervalo de confiança tem uma amplitude pequena, sendo a sua amplitude máxima de 2°C, no minuto 1; tal facto dá-nos a indicação de que a média da amostra é uma boa estimativa da média da população, que neste caso será a totalidade dos processos de confecção do recheio de carne. Os valores de desvio-padrão também reduzidos reforçam a ideia de que há menos variabilidade neste processo do que nos processos referidos anteriormente.

Há no entanto dois ensaios em que não é possível ter a certeza que a temperatura permaneceu cima dos 70°C durante dois minutos: o ensaio 3 da cozedura da carne para recheio de carne (Tabela 20, Anexo 2) e o ensaio 1 da confecção do recheio para croquetes (Tabela 27, Anexo 2). Porém, e como já foi referido anteriormente, no caso da cozedura da carne, esta vai ser novamente processada, sofrendo um tratamento térmico que atinge temperaturas superiores a 80°C; assim, em ambos os casos os recheios sofrem processos que asseguram a destruição das formas vegetativas dos microrganismos potencialmente patogénicos que possam estar presentes.

3.2. Recheio de galinha

No Quadro 2 são enumerados alguns microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente associados aos ingredientes deste recheio.

Quadro 2. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de galinha*

Ingredientes	Microrganismos possivelmente presentes
Carne de aves	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Aeromonas</i> spp.; Vírus da hepatite A
Condimentos	<i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Farinha	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Margarina	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Polpa de tomate, cebola desidratada	Estes ingredientes são produtos que, em condições normais, apresentam pouco ou nenhum perigo microbiológico

*Fontes: Bremner & Johnston (1996); ICMSF (1996); Forsythe (2000); IFT (2001).

Durante o processo de cozedura da galinha foram atingidas temperaturas superiores a 92°C durante pelo menos 30 minutos em todos os ensaios, sendo que podemos afirmar com 95% de certeza que a temperatura média do processo se encontra compreendida entre os 92,7°C e os 99,3°C, nesse período de tempo. Durante a confecção do recheio propriamente dito foram atingidas temperaturas superiores a 70°C durante pelo menos 4 minutos, em todos

os ensaios. Nesses últimos 4 minutos, os valores de desvio-padrão variam entre 0,72 e 1,07, indicando que existe pouca diferença entre as fases finais dos cinco ensaios. Mais uma vez, o intervalo de confiança para a temperatura média da amostra é pouco amplo nesses minutos finais, indicando que esta é uma boa estimativa da temperatura da generalidade dos processos de confecção deste recheio. Assim, podemos inferir com 95% de certeza que a temperatura média do processo se vai situar entre os 71 °C e os 74,2 °C, nos últimos 4 minutos. Tanto no processo de cozedura da galinha como durante a confecção do recheio, a recomendação de confecção a 70 °C durante 2 minutos (Forsythe, 2000) é ultrapassada. Como tal, podemos deduzir que ambos os processos serão capazes de reduzir em mais de 6 unidades logarítmicas a generalidade das formas vegetativas dos microrganismos potencialmente patogénicos. Outra recomendação para uma confecção segura de carne de aves indica que a carne escura, como é o caso das coxas, deverá ser cozinhada até atingir uma temperatura interna de 80 °C (Heinz & Hautzinger, 2007); recomendação essa que é também plenamente cumprida no decurso habitual da cozedura da carne de galinha.

No caso da generalidade dos bolores, leveduras e bactérias deteriorantes, considerando o valor D de 3 minutos a uma temperatura de 65,5 °C, e o valor z de 6,7 °C, em alimentos pasteurizados, 30 minutos a 92 °C (65,5 °C + 4z) confeririam 100.000 (30 / 0,0003) reduções logarítmicas na população presente; por outro lado, considerando que durante a confecção do recheio de galinha são mantidas temperaturas superiores a 65,5 °C durante 8 minutos, seriam alcançadas posteriormente cerca de 2,6 (8 / 3) reduções logarítmicas na população deteriorante após esse período de tempo, se alguma estivesse presente.

3.3. Recheio de camarão

No Quadro 3 são enumerados alguns microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente associados aos ingredientes deste recheio.

Quadro 3. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de camarão

Ingredientes	Microrganismos possivelmente presentes
Camarão	<i>Salmonella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Vibrio</i> spp.; <i>Giardia lamblia</i> e <i>Cryptosporidium</i> spp.; Vírus da hepatite A e vírus tipo Norwalk
Condimentos	<i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Farinha	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Margarina	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Polpa de tomate	Estes produtos, em condições normais, apresentam pouco ou nenhum perigo microbiológico

*Fontes: ICMSF (1996); Forsythe (2000); IFT (2001).

Durante o processo de cozedura do camarão foram atingidas temperaturas superiores a 73°C ao longo de pelo menos 5 minutos; durante esses 5 minutos o desvio-padrão varia entre os 0,9 e os 1,7°C, sugerindo pouca variabilidade do processo de cozedura. Considerando os valores de confiança, podemos afirmar com 95% de certeza que a temperatura média na fase final da cozedura se vai situar entre os 73,4°C e os 77,7°C, sendo esta provavelmente uma boa estimativa da temperatura média da generalidade dos processos de cozedura de camarão. Durante a confecção do recheio propriamente dito, foram atingidas temperaturas superiores a 78°C durante os 5 minutos e superiores a 79°C durante pelo menos 2 minutos, em todos os ensaios. Os valores reduzidos de desvio-padrão ao longo dos cinco minutos traduzem a pouca variabilidade da temperatura entre os diferentes ensaios. Pode-se também constatar que o intervalo de confiança é estreito, sendo a amplitude máxima de 2,2, no início do processo; daí pode deduzir-se com 95% de certeza que a temperatura média para a confecção do recheio de camarão se irá situar entre os 79°C e os 81,9°C durante todo o processo. As temperaturas atingidas em ambos os processos ultrapassam a recomendação de confecção a 70°C durante dois minutos (Forsythe, 2000), sendo suficientes para reduzir a generalidade da população potencialmente patogénica para níveis seguros para o consumidor. Com base nos valores de resistência térmica disponíveis na literatura consultada, podem ser calculados os valores de resistência térmica de alguns microrganismos a temperaturas próximas às alcançadas durante a confecção do recheio de camarão. Para a generalidade dos microrganismos deteriorantes, bolores e leveduras, considerando um valor D de 3 minutos a 65,5°C, e um valor z de 6,7°C em alimentos pasteurizados, pode-se constatar que a 72,2°C ($65,5^{\circ}\text{C} + z$) a sua população seria reduzida em um ciclo logarítmico em apenas 18 segundos ($D_{72,2^{\circ}\text{C}} = 0,3$ minutos), e que a 78,9°C ($65,5^{\circ}\text{C} + 2z$) a mesma redução ocorreria em apenas 1,8 segundos; assim, a permanência durante 5 minutos a 72,2°C e 2 minutos a 78,9°C levariam respectivamente a reduções de cerca de 16 ($5 / 0,3$) e 66 ($2 / 0,03$) unidades logarítmicas na população microbiana deteriorante, no meio em que os valores de referência foram calculados. Se for considerado o *V. cholerae* e os valores de resistência térmica de 0,3 minutos a 71°C em homogeneizado de caranguejo (ICMSF, 1996), ao fim de 5 minutos a essa temperatura seriam atingidas cerca de 16 ($5 / 0,3$) reduções logarítmicas na população deste microrganismo no mesmo meio.

3.4. Pastéis de bacalhau

No Quadro 4 são enumerados alguns microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente associados aos ingredientes deste recheio.

Quadro 4. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de pastéis de bacalhau*

Ingredientes	Microrganismos possivelmente presentes
Bacalhau salgado seco	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
Condimentos	<i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Ovoprodutos pasteurizados, fécula de batata, cebola e salsa desidratadas	Estes ingredientes são produtos que, em condições normais, apresentam pouco ou nenhum risco microbiológico

*Fontes: ICMSF (1996); Forsythe (2000); IFT (2001); Rodrigues, Ho, López-Caballero, Vaz-Pires & Nunes (2003).

Devido ao seu valor de a_w , o bacalhau salgado seco tem sido considerado um produto de baixo risco, apesar de terem sido encontrados microrganismos potencialmente patogénicos neste produto (Rodrigues, Ho, López-Caballero, Vaz-Pires, & Nunes, 2003). O crescimento dos microrganismos potencialmente patogénicos está inibido em ambientes com uma baixa actividade da água, e a sua quantidade, bem como a sua virulência poderão estar diminuídas. Porém, durante a demolha estes microrganismos podem desenvolver-se e tornar-se um perigo para a saúde dos consumidores (Rodrigues, Ho, López-Caballero, Vaz-Pires, & Nunes, 2003). Os microrganismos potencialmente patogénicos representam assim um perigo maior após a re-hidratação dos alimentos, sendo essencial que sejam controlados através de um tratamento térmico adequado e de refrigeração a temperaturas inferiores a 7 °C (ICMSF, 1980).

No decorrer do processo de cozedura do bacalhau, foram atingidas temperaturas superiores a 71 °C durante pelo menos os 5 minutos finais, em todos os ensaios, superando assim a recomendação dos 70 °C durante dois minutos (Forsythe, 2000). Durante o processo de cozedura, os valores de desvio-padrão são relativamente pequenos, o que sugere uma variabilidade do processo não muito marcada. Uma variabilidade mais reduzida é concordante com o intervalo de confiança mais estreito, que se verifica ao longo de todo o processo, sendo mais evidente nos últimos 15 minutos. Atendendo aos valores de confiança, podemos afirmar com 95% de certeza que a temperatura média dos cinco minutos finais da cozedura do bacalhau se encontra entre os 72,3 °C e os 80,9 °C. A *Listeria* não é considerada como contaminante provável de produtos como o bacalhau salgado seco. No entanto, se

considerarmos os valores de resistência térmica de *S. aureus* – valor $D_{65,5}$ de 2,0 minutos e valor z de 5,4°C (Forsythe, 2000) – uma temperatura de 70,9°C (65,5°C + z) seria capaz de gerar um valor D de 0,2 minutos (12 segundos), e cinco minutos a essa temperatura reduziram a população de *S. aureus* em 25 unidades logarítmicas. Atendendo ainda a que o bacalhau permaneceu pelo menos 15 minutos a temperaturas superiores a 66,5°C em todos os ensaios, tomando os valores de resistência térmica mais elevados de *A. hydrophila* – D_{51} de 122,8 minutos e z de 7,69°C (Forsythe, 2000) – 15 minutos a 66,4°C (51°C + 2 z) confeririam uma redução de mais de 12 unidades logarítmicas na população deste microrganismo, em meio tamponado. Já para a generalidade dos microrganismos deteriorantes, os 15 minutos a 66,4°C reduziram a sua população em cerca de 5 unidades logarítmicas.

3.5. Recheio de vegetais

No Quadro 5 estão enumerados alguns microrganismos potencialmente patogénicos geralmente associados aos ingredientes deste recheio.

Quadro 5. Microrganismos potencialmente patogénicos possivelmente presentes nos vários ingredientes do recheio de vegetais*

Ingredientes	Microrganismos possivelmente presentes
Vegetais	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Shigella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> O157:H7, <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> ; <i>Giardia lamblia</i> e <i>Cryptosporidium</i> spp.; Vírus da hepatite A e vírus tipo Norwalk
Condimentos	<i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Farinha	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
Margarina	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>

*Fontes: ICMSF (1996); Forsythe (2000); IFT (2001).

Ao longo do processo de cozedura dos vegetais são atingidas temperaturas superiores a 90°C durante pelo menos 15 minutos. Os valores de desvio-padrão da temperatura durante a cozedura são relativamente reduzidos, sugerindo pouca variabilidade do processo, mesmo com apenas dois ensaios. Considerando o intervalo de confiança para a temperatura média, podemos afirmar com 95% de certeza que a temperatura média do processo de cozedura dos vegetais é superior a 95,5°C durante os quinze minutos finais. No decorrer da confecção do recheio propriamente dito são atingidas temperaturas superiores a 80°C durante pelo menos 4 minutos. A temperatura evoluiu de forma bastante semelhante nos dois ensaios, como pode ser observado no Gráfico 31. No entanto, após a adição dos vegetais ao bechamel, as temperaturas dos dois ensaios distanciaram-se, e assim se mantiveram durante o resto do

processo; esse acontecimento, juntamente com o facto de serem apenas dois ensaios, explica os valores de desvio-padrão mais altos e o intervalo de confiança para a temperatura média mais largo. Porém, pode-se deduzir com 95% de certeza que a temperatura média para a confecção do recheio de vegetais será superior a 75 °C durante todo o processo. Ainda assim, em ambos os processos as temperaturas atingidas ultrapassam largamente as recomendações de confecção a 70 °C durante 2 minutos (Forsythe, 2000), sendo assim suficientes para eliminar mais de 6 unidades logarítmicas de *L. monocytogenes*, e conseqüentemente das células vegetativas dos restantes microrganismos potencialmente patogénicos. Considerando, por exemplo, os valores de resistência térmica para a generalidade dos bolores, leveduras e bactérias deteriorantes, com um valor D de 3 minutos a 65,5 °C em alimentos pasteurizados, e um valor z de 6,7 °C, é possível calcular que esta população seria reduzida em um ciclo logarítmico instantaneamente, tanto a temperaturas de 78,9 °C (65,5 °C + 2z; $D_{78,9^{\circ}\text{C}} = 1,8$ segundos) como de 85,3 °C (65,5 °C + 3z; $D_{85,3^{\circ}\text{C}} = 0,18$ segundos); a sua permanência a 85,3 °C durante 15 minutos levaria a uma redução da ordem das 5000 unidades logarítmicas (15 / 0,003), e a permanência a 78,9 °C durante 4 minutos levaria a uma redução de cerca de 133 unidades logarítmicas (4 / 0,03) na população microbiana, no meio em que foi originalmente calculada a sua resistência.

De um modo geral, os intervalos de confiança da temperatura média atingida durante a confecção dos diferentes recheios são mais estreitos do que os intervalos de confiança da temperatura média atingida durante as cozeduras das matérias-primas. Isto significa que as temperaturas médias das confecções dos recheios são estimativas mais precisas desses processos do que as temperaturas médias dos processos de cozedura o são dos mesmos. Tal facto aponta para uma variabilidade maior nos processos de cozedura em comparação com a confecção do recheio propriamente dito. No entanto, é necessário ter em consideração que a amostra é reduzida, e que um estudo envolvendo uma amostragem maior poderia dar valores de confiança mais próximos e uma estimativa mais precisa da realidade.

Deve ainda ter-se em linha de conta o facto de poderem estar presentes bactérias formadoras de esporos nas matérias-primas. As temperaturas atingidas durante a confecção dos recheios são suficientes para eliminar as formas vegetativas das bactérias formadoras de esporos. Num estudo em carne de porco, Byrne, Dunne & Bolton (2006) demonstraram que a 70 °C, bastavam 12 segundos e 1,3 minutos para alcançar uma redução em 6 unidades logarítmicas na população de células vegetativas de *B. cereus* e *Cl. perfringens*, respectivamente.

Por outro lado, considerando os valores de resistência térmica dos esporos de *Cl. botulinum*, *Cl. perfringens* e *B. cereus* apresentados anteriormente, é visível que estes necessitam de tratamentos a temperaturas superiores a 100°C para serem rapidamente destruídos. No mesmo estudo, Byrne, Dunne & Bolton (2006) sugerem que para haver uma redução de 6 unidades logarítmicas nos esporos de *B. cereus* e *Cl. perfringens* seriam necessários cerca de 36 segundos a 105°C e a 110°C, respectivamente. Durante o processo de fabrico dos pastéis não são atingidas temperaturas dessa magnitude, sendo assim necessário monitorizar o arrefecimento do produto até uma temperatura segura, com o intuito de prevenir a germinação dos esporos e a subsequente multiplicação dos microrganismos e produção de toxinas.

3.6. Arrefecimento dos recheios

Os recheios de galinha e camarão destinados à produção de empadas, bem como a massa para os pastéis de bacalhau, são trabalhados a frio. Após o tratamento térmico, estes produtos são arrefecidos em câmara frigorífica, sendo trabalhados depois de atingirem uma temperatura obrigatoriamente inferior a 10°C, temperatura essa que é atingida em menos de duas horas. O recheio de camarão destinado à produção de rissóis, o recheio de carne e a massa para croquetes são trabalhados quentes, logo após a sua confecção. O tempo de permanência destes produtos na sala de produção é controlado de modo a garantir que desde a entrada dos recheios na sala de produção até à entrada dos pastéis no túnel de ultra-congelação não decorrem mais de duas horas, assegurando assim um arrefecimento rápido do produto.

O intervalo de temperatura tido como sendo o mais favorável à proliferação microbiana em geral, situa-se entre os 60°C e os 10°C (FAO/WHO, 1999). O intervalo de temperaturas crítico para o desenvolvimento de *B. cereus*, *Cl. perfringens*, e algumas estirpes de *Cl. botulinum* situa-se entre os 50 e os 10°C, apesar de algumas estirpes psicrotróficas de *Cl. botulinum* poderem desenvolver-se a temperaturas de refrigeração (Doyle, 2002). O desenvolvimento de *Cl. perfringens* é considerado o standard para a avaliação da segurança dos processo de arrefecimento, isto porque em estudos realizados para avaliar a multiplicação de *B. cereus*, *Cl. botulinum* e *Cl. perfringens*, o último foi o que apresentou um desenvolvimento mais rápido (Doyle, 2002).

Buege & Ingham (2003) referem um estudo em que foram analisadas 465 amostras de produtos à base de carne e carne de aves prontos a consumir, que foram submetidos a um arrefecimento lento. Nesse estudo, 431 amostras (93%) revelaram ter menos de 100 células de

Cl. perfringens por grama, e 25 amostras (5,5%) continham entre 110 a 710 células por grama de produto. Considerando que a dose mais associada com o desenvolvimento de doença é de 10^6 células por grama de alimento, ficou demonstrado nesse estudo que é improvável que o desenvolvimento deste microrganismo durante o arrefecimento produza teores de *Cl. perfringens* suficientes para provocar doença (Buege & Ingham, 2003).

Noutros estudos, referidos por Doyle (2002), foram testadas diferentes velocidades de arrefecimento em carne de bovino inoculada com esporos activos. No estudo em que foram utilizados pedaços de carne arrefecidos desde os 55 aos 10°C em 3 horas não se observou qualquer desenvolvimento de *Cl. perfringens*, mas foi observado um desenvolvimento rápido do microrganismo quando o arrefecimento demorou 4 ou mais horas. No estudo em que foi utilizada carne picada submetida a um arrefecimento exponencial desde os 54,4°C até aos 7,2°C, não se registou qualquer desenvolvimento quando o arrefecimento demorou 15 horas ou menos; porém, foram observados aumentos em 4 a 5 unidades logarítmicas na população de *Cl. perfringens* quando o arrefecimento demorou 18 horas. Nestas mesmas condições, não se registou nenhum desenvolvimento de *Bacillus cereus* nem de estirpes não-proteolíticas de *Cl. botulinum*.

No que diz respeito ao arrefecimento de carne de aves, estudos em peito de peru determinaram que o arrefecimento entre 48,9 e 12,8°C não deveria demorar mais de 8,9 horas para prevenir o desenvolvimento de *Cl. perfringens*, para um intervalo de tolerância de 95% (Doyle, 2002). No entanto, um estudo em que carne de peru cozinhada foi arrefecida durante um período de 6 horas, desde os 49°C até aos 13°C, revelou que houve um aumento em uma unidade logarítmica na população de *Cl. perfringens* inoculada inicialmente (Buege & Ingham, 2003).

Apesar de os tempos de geração das células de *Cl. perfringens* poderem ser bastante curtos (ICMSF, 1996), é visível, através destes estudos, que a germinação dos esporos e o desenvolvimento subsequente do microrganismo para níveis importantes pode demorar algumas horas. Um dos regimes de arrefecimento recomendado por autoridades oficiais é a passagem da temperatura interna do produto dos 60 para os 10°C em duas horas ou menos, sempre que possível, mesmo para produtos que se destinem a ser congelados (FAO/WHO, 1999; FAO/WHO, 2008b). Um outro regime de arrefecimento, tido como capaz de garantir produtos alimentares seguros, aconselha a redução da temperatura interna do produto dos 54,4 para os 26,6°C em não mais de uma hora e meia, e dos 26,6 para os 4,4°C em não mais de 5 horas (FSIS, 1999).

Aquando da produção dos pastéis, o tempo de permanência do recheio na sala de produção é controlado, sendo que o limite máximo de tempo permitido é de duas horas. Uma

vez que os pastéis são encaminhados de seguida para o túnel de ultra-congelação, onde atingem rapidamente uma temperatura inferior a -18°C , a fase crítica do arrefecimento corresponde à permanência do produto na sala de produção. No arrefecimento do recheio no carro normalizado, os valores dos desvios-padrão variam entre os $0,64^{\circ}\text{C}$ e os $17,47^{\circ}\text{C}$. Essa variação e os valores de temperatura particularmente elevados, aos 30 e aos 45 minutos, deve-se ao facto de os carros não terem sido todos utilizados da mesma forma. Nos ensaios 3 e 4, os recheios foram utilizados assim que chegaram à sala de produção; nos restantes casos o recheio teve de permanecer algum tempo no carro, enquanto se aguardava que o recheio que estava a ser utilizado na linha de produção fosse gasto na totalidade. A partir do momento em que se começou a gastar o recheio em análise, a temperatura no carro começou a diminuir de uma forma bastante mais acentuada. O facto de os recheios terem sido utilizados de diferentes formas influenciou também os valores de confiança para a temperatura média do arrefecimento no carro normalizado. Já em relação ao arrefecimento do recheio no produto final, é possível observar que este ocorre de um modo idêntico nos cinco ensaios. Os valores dos desvios-padrão são bastante mais reduzidos e próximos entre si, traduzindo uma menor variabilidade do processo, quando comparado com o arrefecimento no carro normalizado. Também relativamente aos valores de confiança para a temperatura média, é possível verificar que estes estão bastante mais próximos, delimitando um intervalo de confiança mais estreito; tal é indicativo de que a média da amostra é uma boa estimativa da média da generalidade dos processos de arrefecimento no produto. Podemos afirmar, com 95% de certeza, que ao longo de 40 minutos a temperatura média do recheio no produto irá variar entre os $57,8^{\circ}\text{C}$ e os $19,7^{\circ}\text{C}$.

Durante o tempo de permanência na sala de produção, o recheio analisado esteve, em média, $53 \pm 2,74$ minutos a temperaturas entre os 60°C e os 10°C , e o tempo máximo que foi registado de permanência nesse intervalo de temperaturas foi de cerca de 55 minutos. Por fim, é possível constatar que o produto sofre um arrefecimento que cumpre com ambas as recomendações citadas anteriormente, sendo assim suficientemente rápido para impedir a multiplicação de bactérias formadoras de esporos a níveis capazes de provocar doença.

4. Conclusões Finais

O controlo da temperatura durante a confecção dos recheios é feito no final do tempo normal do processo, sendo que a temperatura das matérias-primas e dos recheios nesse momento tem de ser superior a 72°C. Os limites críticos não são necessariamente os parâmetros ideais para o processamento, mas são antes os níveis mínimos aceitáveis que necessitam ser atingidos para garantir a segurança do produto (Dickson & Marshall, 2006). O limite crítico de 72°C tem como objectivo garantir que a temperatura dos produtos alimentares permanece superior a 70°C durante pelo menos dois minutos. Os limites críticos devem ser baseados na capacidade do processo em alcançar um determinado critério – neste caso, os 72°C – em condições normais de operação, tendo em conta a sua variabilidade (ICMSF, 2002). De um modo geral, durante os processos térmicos envolvidos na confecção dos diferentes recheios, são atingidas temperaturas que ultrapassam largamente o limite crítico implementado.

No que diz respeito ao arrefecimento do recheio durante a sua permanência na sala de produção, é possível constatar que o controlo da temperatura é eficaz e que o limite crítico, quando respeitado, é suficiente para garantir que não há um desenvolvimento para níveis inaceitáveis das bactérias formadoras de esporos. Contudo, a monitorização do arrefecimento do recheio não é a única medida tomada para controlar o desenvolvimento dos microrganismos potencialmente patogénicos que possam estar ainda presentes no produto.

Depois de montados, os produtos de pastelaria salgada são imediatamente transportados para o túnel de congelação. Os alimentos são geralmente congelados para prevenir a sua deterioração e preservar as suas qualidades organolépticas. A congelação pode também ser utilizada para reduzir ou eliminar os agentes potencialmente patogénicos dos produtos alimentares. No entanto, tendo em conta os vários factores que podem influenciar a sobrevivência dos diferentes tipos de microrganismos patogénicos em alimentos congelados, uma estimativa da destruição de qualquer agente patogénico num dado produto alimentar para um processo específico de congelação seria, na maioria dos casos altamente incerto (Gill, 2006). No entanto, congelar um produto a uma velocidade que preserve as qualidades organolépticas desejadas irá impedir qualquer desenvolvimento substancial de microrganismos patogénicos; adicionalmente, os microrganismos patogénicos não se conseguem desenvolver com as temperaturas utilizadas para a manutenção de alimentos congelados (Gill, 2006).

Assim, pode-se verificar que tanto a literatura científica como o estudo da evolução das temperaturas validam as medidas de controlo aplicadas relativamente ao controlo do binómio tempo/temperatura durante a confecção e o arrefecimento dos produtos. É ainda de

referir que estas não são as únicas medidas de controlo utilizadas para garantir a segurança alimentar dos produtos, uma vez que os princípios HACCP e de boas práticas de higiene e produção são aplicados durante toda a cadeia de produção.

Não deve ser ainda esquecido que os consumidores têm também um papel fundamental na segurança microbiológica dos alimentos. Através das estatísticas relativas aos surtos alimentares em Portugal e na Europa (Anexo 1) é possível observar que geralmente o ambiente familiar é o local onde mais frequentemente são consumidos os alimentos contaminados. Talvez seja necessário reforçar junto dos consumidores a importância de gestos como a manutenção da higiene pessoal, o cozinhar os alimentos correctamente, o evitar as contaminações cruzadas entre alimentos já cozinhados e alimentos crus e a manutenção desses mesmos alimentos em temperaturas seguras. Tornar estas questões objecto de discussão obrigatória nas escolas seria uma boa maneira de tentar reverter a situação. A educação dos consumidores relativamente à segurança alimentar deveria ser encarada como uma prioridade por parte das autoridades competentes.

IV. BIBLIOGRAFIA

- APCER. (2006). *Guia intrepertativo NP EN 22000:2005*. Obtido em Janeiro de 2009, de site da Associação Portuguesa de Certificação: <http://www.apcer.pt/index.php?cat=60>
- Bremner, A., & Johnston, M. (1996). Control of microbial hazards in poultry processing. In *Poultry meat hygiene and inspection* (pp. 126-130). London: W.B. Saunders Company Ltd.
- Buege, D., & Ingham, S. (2003). *Research review II: impact of cooking, cooling and subsequent refrigeration on the growth or survival of Clostridium perfringens in cooked meat and poultry products*. Obtido em 3 de Julho de 2009, de University of Wisconsin-Madison - Department of food science web site: http://www.meathacp.wisc.edu/background/cooling_research2.pdf
- Byrne, B., Dunne, G., & Bolton, D. (2006). Thermal inactivation of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* vegetative cells and spores in pork luncheon roll. *Food microbiology*, 23 (8), 803-808.
- Dickson, J. S., & Marshall, D. L. (2006). Food microbiology and safety: basic requirements. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of food science, technology, and engineering* (Vol. IV, pp. 184.1-184.8). Florida: Taylor & Francis Group, CRC Press.
- Doyle, E. (2002). *Survival and growth of Clostridium perfringens during the cooling step of thermal processing of meat products: a review of the scientific literature*. Obtido em 4 de Junho de 2009, de Food Research Institute web site: <http://fri.wisc.edu/briefs/cperfsurvivgrow.pdf>
- EFSA. (2004). *Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. Zoonoses country report: Portugal*. Obtido em 20 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/DocumentSet/report_2004_portugal_edited2,0.pdf
- EFSA. (2005). *Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. Zoonoses country report: Portugal*. Obtido em 20 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/DocumentSet/zoon_report_2005_Portugal_en.pdf
- EFSA. (2006). *Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. Zoonoses country report: Portugal*. Obtido em 20 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/DocumentSet/Report_2006_Portugal.pdf

- EFSA. (2007a). *The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005*. Obtido em 19 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/DocumentSet/Zoonoses_Report_EU_en_2005,3.pdf
- EFSA. (2007b). *The Community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006*. Obtido em 19 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/DocumentSet/Zoon_report_2006_en,0.pdf
- EFSA. (2009). *The Community summary report on food-borne outbreaks in the European Union in 2007*. Obtido em 15 de Junho de 2009, de European Food Safety Authority web site: http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Report/zoon_report_ej271_foodborneoutbreaks_en.pdf
- Eifert, J. D., Arritt, F. M., & Kang, D. (2006). Microbiology of food systems. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of food science, technology, and engineering* (Vol. I, pp. 50.1-50.12). Florida: Taylor & Francis Group, CRC Press.
- ESR. (2001a). *Microbial pathogens data sheets: Campylobacter*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/campylobacter.pdf>
- ESR. (2001b). *Microbial pathogens data sheets: Clostridium perfringens*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/clostridium-perfringens.pdf>
- ESR. (2001c). *Microbial pathogens data sheets: Escherichia coli O157:H7*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/escherichia-coli-o157.pdf>
- ESR. (2001d). *Microbial pathogens data sheets: Listeria monocytogenes*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/listeria-monocytogenes.pdf>
- ESR. (2001e). *Microbial pathogens data sheets: non-O157 shiga toxin producing Escherichia coli*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/non-o157-stec.pdf>
- ESR. (2001f). *Microbial pathogens data sheets: non-typhoid Salmonellae*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/non-typhoid-salmonellae.pdf>

- ESR. (2001g). *Microbial pathogens data sheets: Salmonella typhi*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/salmonella-typhi.pdf>
- ESR. (2001h). *Microbial pathogens data sheets: Staphylococcus aureus*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/staphylococcus-aureus.pdf>
- ESR. (2001i). *Microbial pathogens data sheets: Vibrio cholerae*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/vibrio-cholerae.pdf>
- ESR. (2001j). *Microbial pathogens data sheets: Vibrio parahaemolyticus*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/vibrio-parahaemolyticus.pdf>
- ESR. (2001k). *Microbial pathogens data sheets: Vibrio vulnificus*. Obtido em 3 de Maio de 2009, de New Zealand Food Safety Authority web site: <http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/vibrio-vulnificus.pdf>
- FAO/WHO. (1999). *CAC/RCP 46: Code of hygienic practice for refrigerated packaged foods with extended shelf life*. Obtido em 16 de Abril de 2009, de Codex alimentarius web site: http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp
- FAO/WHO. (2008a). *CAC/GL 69: Guidelines for the validation of food safety control measures*. Obtido em Maio de 2009, de Codex alimentarius web site: http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp
- FAO/WHO. (2008b). *CAC/RCP 8: Recommended international code of practice for the processing and handling of quick frozen foods*. Obtido em 14 de Abril de 2009, de Codex alimentarius web site: http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp
- FDA. (2009a). *Bad bug book - Campylobacter jejuni*. Obtido em 23 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070024.htm>
- FDA. (2009b). *Bad bug book - Clostridium perfringens*. Obtido em 23 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070483.htm>
- FDA. (2009c). *Bad bug book - Escherichia coli O157:H7*. Obtido em 20 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm071284.htm>

- FDA. (2009d). *Bad bug book - Listeria monocytogenes*. Obtido em 12 de Junho de 2009, de U.S. Food and Drug Administration: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070064.htm>
- FDA. (2009e). *Bad bug book - Salmonella spp.* Obtido em 20 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070563.htm>
- FDA. (2009f). *Bad bug book - Staphylococcus aureus*. Obtido em 20 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070015.htm>
- FDA. (2009g). *Bad bug book - Vibrio cholerae*. Obtido em 12 de Junho de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070071.htm>
- FDA. (2009h). *Bad bug book - Vibrio parahaemolyticus*. Obtido em 13 de Junho de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070452.htm>
- FDA. (2009i). *Bad bug book - Vibrio vulnificus*. Obtido em 12 de Junho de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070473.htm>
- FDA/CFSAN. (2000). *Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies - Overarching principles: kinetics and pathogens of concern for all technologies*. Obtido em 27 de Maio de 2009, de U.S. Food and Drug Administration web site: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/SafePracticesforFoodProcesses/ucm100198.htm>
- Forsythe, S. J. (2000). *Microbiologia da segurança alimentar*. (M. C. Guimarães, & C. Leonhardt, Trans.) Londres, Reino Unido: Blackwell Science Ltd.
- FSA. (2005). *Cook safe: food safety assurance system*. Obtido em Março de 2009, de Food Standards Agency: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/cooksafe09.pdf>
- FSAI. (2006). *Guidance note no. 20: industrial processing of heat-chill foods*. Obtido em 2 de Junho de 2009, de Food Safety Authority of Ireland web site: http://www.fsai.ie/resources_and_publications/guidance_notes.html

- FSIS. (1999). *Compliance guidelines for cooling heat-treated meat and poultry products: stabilization*. Obtido em 18 de Abril de 2009, de Food Safety and Inspection Service web site: http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/ffrpubs/95-033F/95-033F_Appendix%20B.htm
- Gill, C. O. (2006). Microbiology of frozen food. In D.-W. Sun (Ed.), *Handbook of frozen food processing and packaging* (pp. 85-100). Florida: Taylor & Francis Group, CRC Press.
- Guedes, A. B. (2006). Segurança e saúde no trabalho e segurança alimentar - promover a saúde humana. *Segurança e qualidade alimentar* (1), 52-53.
- Heinz, G., & Hautzinger, P. (2007). *Meat processing technology for small to medium-scale producers*. Obtido em 8 de Maio de 2009, de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) web site: <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/ai407e00.HTM>
- ICMSF. (1980). *Microbial ecology of foods: factors affecting life and death of microorganisms* (Vol. 1). New York: Academic Press, Inc.
- ICMSF. (1996). *Microorganisms in foods 5: microbiological specifications of food pathogens*. Londres: Blackie Academic & Professional, James & James Ltd.
- ICMSF. (2002). *Microorganisms in foods 7: microbiological testing in food safety management*. New York: Kluwer Academic/Plenum publishers.
- IFT. (2001). *Contract reports: Evaluation and definition of potentially hazardous foods*. Obtido em 17 de Abril de 2009, de Institute of Food Technologists web site: <http://members.ift.org/IFT/Research/ContractReports/hazardousfoods.htm>
- ISO. (2009). *About ISO*. Obtido em Outubro de 2009, de International Organization for Standardization Web site: <http://www.iso.org/iso/about.htm>
- Legarreta, I. G. (2006). Thermal processing of meats. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of food science, technology, and engineering* (Vol. IV, pp. 162.1-162.8). Florida: Taylor & Francis Group, CRC Press.
- Magalhães, A. (2006). ISO 22000:2005 face a outros referenciais. *Segurança e Qualidade Alimentar* (1), 36-37.
- Magalhães, A. (2007). Complementaridade entre a ISO 22000:2005 e a ISO 9001:2000. *Segurança e Qualidade Alimentar* (2), 28-29.
- McCurdy, S. M., & Hillers, V. V. (2006). Food pathogens and consumer practices. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of food science technology, and engineering* (Vol. II, pp. 75.1-75.15). Florida: Taylor & Francis Group, CRC Press.

Neves, L. (2007). Sistemas de gestão integrados. *Segurança e Qualidade Alimentar* (2), 30-1.

NP EN ISO 22000. (2005). *Sistemas de gestão da segurança alimentar: requisitos para qualquer organização que opere na cadeia alimentar*. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

Oliveira, A. (2006). Similitudes com a ISO 9001:2000. *Segurança e Qualidade Alimentar* (1), 38.

Queiroz, P. (2006). ISO 22000:2005 - inocuidade do prado ao prato. *Segurança e Qualidade Alimentar* (1), 33-35.

Rodrigues, M. J., Ho, P., López-Caballero, M. E., Vaz-Pires, P., & Nunes, M. L. (2003). Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. *Food microbiology*, 20 (4), 471-481.

V. ANEXOS

Anexo 1 – Estatísticas relativas aos surtos reportados na União Europeia e em Portugal

Tabela 14. Distribuição dos surtos por agente causal na UE nos anos de 2005, 2006 e 2007 (adaptado de EFSA, 2009)

Agente causal	2005	2006	2007
<i>Salmonella</i>	3190	3121	2201
Desconhecido	1146	904	1433
Vírus	268	577	668
<i>Campylobacter</i>	480	395	461
Toxinas bacterianas	75	396	458
Outros agentes causais	11	150	204
<i>Escherichia coli</i> , patogénica	52	47	65
Parasitas	29	44	57
Outros agentes bacterianos	51	52	40
<i>Yersinia</i>	9	24	22
Total EU	5311	5710	5609

Nota: os vírus incluem calicivirus, flavivirus, rotavirus, vírus da hepatite A e outros vírus de origem alimentar não especificados. As toxinas bacterianas incluem as toxinas produzidas por *Bacillus*, *Clostridium* e *Staphylococcus*. Os outros agentes causais incluem as toxinas produzidas por cogumelos, biotoxinas marinhas, histaminas, lectinas, e outros agentes não especificados. Os parasitas incluem principalmente a *Trichinella*, mas também *Sarcocystis*, *Cryptosporidia* e *Giardia*. Os outros agentes bacterianos incluem *Listeria*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Shigella*.

Tabela 15. Distribuição dos surtos de doença de origem alimentar por agente causal, em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006)

Agente causal	2004	2005	2006
Agentes múltiplos	2	–	3
<i>Bacillus cereus</i>	–	–	2
<i>Campylobacter jejuni</i>	–	–	–
<i>Clostridium botulinum</i>	4	–	2
<i>Clostridium perfringens</i>	1	–	2
<i>Escherichia coli</i>	1	–	1
<i>Salmonella spp.</i>	–	–	–
<i>Salmonella enteritidis</i>	7	2	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	1	1
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1	–	1
Scombrotóxina	1	–	–
Total	20	3	13

Tabela 16. Distribuição dos produtos implicados em surtos verificados na UE no ano de 2007 (adaptado de EFSA, 2009)

Produto	Número de casos (%)
Desconhecido	31,2
Ovos e ovoprodutos	14,6
Outros ^a	17,8
Pescado e derivados	6,4
Refeições mistas	5,4
Produtos de padaria	4,8
Carne de suíno e produtos derivados	4,5
Crustáceos, moluscos, e derivados	3,7
Carne de galinha e produtos derivados	3,6
Carne de bovino e produtos derivados	2,9
Outra carne ou mistura de carnes vermelhas e derivados	2,2
Queijo	1,7
Água da rede, incluindo água de poços	1,1
Total	100 (n=2025)

a. Outros alimentos incluem: cereais como arroz e sementes/leguminosas/nozes/amêndoas (19), produtos lácteos que não o queijo (18), vegetais e sumos e produtos derivados (16), produtos não especificados ou outros produtos de carne de aves e derivados (12), doces e chocolates (12), leite (10), bebidas, incluindo água engarrafada (7), peru e produtos derivados (6), ervas e especiarias (5), carne de ovino e produtos derivados (5), produtos alimentares enlatados (2), frutas, bagas e sumos ou outros produtos derivados (2) e outros alimentos (247); **n.** Número total de casos.

Tabela 17. Distribuição dos produtos implicados em surtos verificados em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006)

Alimento	2004	2005	2006
Refeições mistas	2	–	4
Pescado / marisco cozinhados	3	2	4
Presunto curado	1	–	2
Bolos / pastelaria	5	–	–
Sobremesas	3	–	2
Vegetais	1	–	1
Outros alimentos	3	1	–
Desconhecido	2	–	–
Total	20	3	13

Nota: os outros alimentos, para o ano de 2004, incluem: alheira (1), hambúrguer cru (1) e peixe cru (1); para o ano de 2005, os outros alimentos referem-se a queijo de cabra (1).

Tabela 18. Distribuição dos locais onde os alimentos foram consumidos ou adquiridos para os surtos verificados na UE no ano de 2007 (adaptado de EFSA, 2009)

	Número de casos (%)
Ambiente familiar	37
Restaurante, café, pub, bar, hotel	28,6
Outros locais ^a	11,6
Escola, jardim de infância	8,0
Cantina ou catering do local de trabalho	5,0
Hospital ou instalação de cuidados de saúde	4,5
Desconhecido	3,4
Instituição residencial (lar, prisão, colégio externo)	1,8
Total	100 (n=2025)

a. Outros locais incluem: campismo, piquenique (18), restaurante take-away ou fast food (15), catering temporário (feiras, festivais) (6), unidade móvel de venda a retalho/mercado/venda de rua (2) outros locais (194);

n. Número total de casos.

Tabela 19. Distribuição dos locais onde os alimentos foram consumidos ou adquiridos para os surtos verificados em Portugal, nos anos de 2004, 2005 e 2006 (adaptado de EFSA 2004, 2005 e 2006)

Local	2004	2005	2006
Casas particulares	10	1	4
Restaurantes	5	–	–
Cantinas institucionais	2	–	3
Escola / jardim de infância	–	2	1
Pastelarias	2	–	–
Instituição residencial (lar)	1	–	1
Outros locais	–	–	4
Total	20	3	13

Nota: os outros locais incluem um caso numa festa, um caso num hotel, um caso num hospital e um caso num piquenique da escola.

Anexo 2 – Tabelas de temperaturas registradas durante os processos de confecção e arrefecimento dos recheios

Tabela 20. Temperaturas (°C) registradas durante a cozedura da carne para a confecção de “Recheio de carne”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0	22,2	22,5	21,6	24,4	28,5
5	29,5	28,1	26,3	28,8	34,7
10	33,4	31,4	29,5	36,9	41,1
15	39,7	41,5	33,5	43,3	47,8
20	47,9	44,5	38,7	48,7	51,3
25	53,6	49,1	42,3	55,1	57,9
30	58	53,6	48,5	58,5	60,5
35	61	64,4	54,4	63,8	62,6
40	70	62,2	61	65,7	80,7
45	77,6	70,5	63	76,1	88
50	89	78,7	73,5	77,3	88,2

^a Temperatura da carne juntamente com os restantes ingredientes, antes de ser ligada a fonte de calor.

Tabela 21. Temperaturas (°C) registradas durante a cozedura da carne para a confecção de “Croquetes”

Tempo (min)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
15	20,8	28,5	29,4	27,1	30,2
30	47,5	58,7	50,9	59,5	62,1
45	67,6	70,7	66,9	73,6	76
60	75,8	77,3	76,3	82,1	86
75	87,2	82,6	93,1	95,4	95,2
90	90,6	91,3	91,2	92,8	94,6

Tabela 22. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura da galinha para a confecção de “Recheio de galinha”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
15	10,2	10,7	11,4	11	9,8
30	32,4	30,2	37,1	40,2	38,9
45	54,5	41	50,3	57,1	52,3
60	95,5	74,4	79,3	80,2	81,2
75	98,3	91,1	84,2	82,3	85,8
90	98,7	92,6	95,5	94,3	93,1
105	93	98,8	98,7	92,6	95,7
120	95,2	99	99	97,4	98,6

Tabela 23. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura do camarão para a confecção de “Recheio de camarão”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	93,5	95,2	94,1	92,8	93,1
10	51,7	55,8	55,2	57,1	58,2
20	64,1	63,2	62,9	66,2	64,2
25	73	74,8	73,7	75,3	74,1
30	74,2	75,1	76,2	77,2	78,5

^a Temperatura da água imediatamente antes de ser introduzido o camarão.

Tabela 24. Temperaturas (°C) registadas durante a cozedura do bacalhau para a confecção de “Pastéis de bacalhau”

Tempo (min)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	4	6,5	5,2	4	4,8
5	52,8	55	51,8	55,6	51,7
10	54,8	61,9	60,8	62,1	61,8
15	67,9	67	70	66,8	69,4
20	70,2	69,8	71,7	70,1	72,1
25	71,7	72,9	73,8	73,4	73,5
30	77,1	79,6	80,1	78,8	81,7

^a Temperatura do bacalhau imediatamente antes de ser colocado no autoclave.

Tabela 25. Temperaturas (°C) registradas durante a cozedura dos vegetais para a confecção de “Recheio de vegetais”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2
15	5,1	6,7
30	6	10,3
45	22,7	23,4
60	96,6	98,8
75	99,9	99

Tabela 26. Temperaturas (°C) registradas durante a confecção do “Recheio de Carne”

Tempo (min)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	80,2	81,2	81,5	82,1	82,3
1	80	79,4	80,3	79,8	82,3
2	80,9	81,4	81,4	80	82,3
3	82,4	82,3	82,1	81,1	82,7
4	83	83,4	84,3	81,8	82,9
5	83,1	84,2	84,3	81,8	82,9

^a Temperatura do bechamel imediatamente antes da adição da carne.

Tabela 27. Temperaturas (°C) registradas durante a confecção do recheio para “Croquetes”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	79,6	79,3	79,3	79,9	80,1
1	68,8	72	70,2	70	71,2
2	68,9	72,6	70,7	70,4	71,8
3	69,8	77,7	71,9	71,7	75,1
4	72,6	83	72,1	72	80,1
5	75,3	83,2	77,3	74,5	81,9

^a Temperatura do bechamel imediatamente antes da adição da carne.

Tabela 28. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Galinha”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	83,4	80,2	82,4	81,9	80,6
1	57,6	56,9	60,3	57,4	60,4
2	61,7	58,7	64,3	60,6	62,8
3	62	59,6	65,1	64,2	66,1
4	66,1	65	66,9	64,9	66,8
5	67,2	65,8	66,7	67,3	68,3
6	69,6	66,3	69	69,4	70,1
7	70,1	66,5	69	69,5	72
8	70,6	69,5	70,8	71,2	72,8
9	71,1	71,1	71,9	71,6	73,4
10	72,8	71,3	73,2	72,1	73,9
11	73,2	71,3	73,4	72,7	74,2
12	73,5	72,9	73,1	72,9	74,9
13	73,5	73	73,6	73,1	74,8

^a Temperatura do bechamel imediatamente antes da adição da galinha

Tabela 29. Temperaturas (°C) registadas durante a confecção do “Recheio de Camarão”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	80,9	82,1	81,7	79,3	82,5
1	78,5	79,9	79,5	80,3	81,4
2	78,7	80,1	79,6	80,3	81,4
3	79,5	80,3	80	81,1	81,5
4	80	80,3	80,2	81,2	81,6
5	80,3	80,6	80,4	81,9	82,3

^a Temperatura do bechamel imediatamente antes da adição do camarão.

Tabela 30. Temperaturas (°C) registradas durante a confecção do “Recheio de Vegetais”

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2
0 ^a	79,1	76,6
1	85	81
2	85,4	81,6
3	85,4	82,1
4	85,5	82,6
5	86,1	82,6

^a Temperatura do bechamel imediatamente antes da adição dos vegetais.

Tabela 31. Temperaturas (°C) registradas durante o arrefecimento do recheio no carro normalizado

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0 ^a	82,3	74,8	74,2	79,4	84,1
15	81,9	73,8	73,7	78,9	83,9
30	78,9	73	72,9	60,5	82,1
45	73,1	72,8	54	56,5	81,2
60	65,3	71	-	-	79
75	52,1	60,5	-	-	61,8
90	-	50,3	-	-	49,4

^a Temperatura do recheio imediatamente após a transferência para o carro normalizado.

Tabela 32. Temperaturas (°C) registradas durante o arrefecimento do recheio no produto

Tempo (min.)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5
0	54,6	51,3	63,2	58,7	57,6
5	42,5	42,2	56,3	49,6	50,2
10	31,5	37,3	48,9	40,1	42,1
15	29,6	31,3	33,8	33,6	37,4
20	26,1	29,6	30,4	29,9	31,2
25	24,1	28,8	27,9	26,5	28,6
30	21,7	26,8	26,5	24,8	25,3
35	20,3	22,1	23,4	23,2	23,9
40	19,7	-	22,7	22,4	-

^a Temperatura do primeiro pastel produzido, no final da cadeia de produção.